

د. ابراهيم نحاس

التصحر في الوطن العربي



سلسلة الكتب العلمية 3

معهد الانماء العربي



سلسلة الكتب العلمية

بإشراف د. محمد دبس

يصدر منها تباعاً

- 1 - تاريخ الموسيقى العربية والاتها.
د. منى سنجدار شعراشي.
- 2 - طب العين للخافقي.
تحقيق د. حسن علي حسن.
مراجعة شفيق الانزومط
- 3 - التصحر في الوطن العربي.
د. إبراهيم نحاس.
- 4 - رسالة في البصرييات.
السير اسحق نيوتن.
ترجمة د. إلياس شمعون.
- 5 - التجديد في تعليم العلوم.
البرت ف. باينتر (اليونسكو).
ترجمة د. جواد نظام.
- 6 - المصادفة والضرورة.
جاك مونو.
ترجمة د. عصام المياس.
- 7 - صناعة النفط ومشتقاته.
د. انطوان حداد.
- 8 - مراحل تطور الكيمياء
إسحاق عظيموف
ترجمة د. مشعل خداج
- 9 - تكنولوجيا المعادن
د. عاطف علي
- 10 - التربة البيئية في الوطن العربي.
د. طلال يونس.

التصوير في الوطن العربي

ابراهيم تحال
التصحر في الوطن العربي

جميع الحقوق محفوظة، 1987

معهد الإنماء العربي

ص.ب. 14/5300

بيروت - لبنان

تصميم وتنفيذ الغلاف: كريم الحاج وإيليا صلبا

طبع في مطابع شركة تكويريس الحديثة ش.م.ل

معهد الأبحاث العربية

التصوير في الوطن العربي

د. إبراهيم نحاس

سلسلة الكتب العلمية 3

بإشراف د. محمد دباس

581.5265 نحال، إبراهيم، 1933

التصحر في الوطن العربي / إبراهيم نحال. بيروت: معهد
الإنماء العربي، 1987.

263 ص.: إيض.: 24 سم. (سلسلة الكتب العلمية؛ 3).

ببليوغرافية: ص. 249-254.

1. إصلاح الأراضي — البلاد العربية. 2. الري والصرف —
البلاد العربية. 3. الميكنة الزراعية. 4. البيئة الصحراوية. 1.
العنوان. ب. السلسلة: معهد الإنماء العربي. سلسلة الكتب
العلمية؛ 3.

المحتويات

5	المحتويات
---	-----------

الفصل الأول

1 - عرض لمشكلة التصحر

11	1.1 - مشكلة التصحر على المستوى العالمي
12	2.1 - مشكلة التصحر على المستوى العربي

الفصل الثاني

2 - عملية التصحر

17	2.1 - كيف يحدث التصحر؟
17	1.1.2 - معلومات أساسية عن النظم البيئية
19	2.1.2 - خصائص الأنظمة البيئية في المناطق الجافة وشبه الجافة
22	3.1.2 - اختلال التوازن الطبيعي للأنظمة البيئية وعلاقته بالتصحر
23	2.2 - خصائص عملية التصحر؟
24	3.2 - التمييز بين المناطق الصحراوية (الصحارى) والمناطق المتصحرة
26	4.2 - هل التصحر عملية عكوسة أم لا؟

الفصل الثالث

3 - الأسباب المؤدية إلى التصحر

29	1.3 - هل يعود التصحر إلى أسباب مناخية عامة
29	باتجاه إزدیاد الجفاف؟
30	2.3 - ما هو دور الانسان في عملية التصحر؟

- 1.2.3 - أسباب التصحر في مناطق المراعي الطبيعية 31
 2.2.3 - أسباب التصحر في المناطق الحراجية (الغابية) 33
 3.2.3 - أسباب التصحر في مناطق الزراعة المطرية 36
 4.2.3 - أسباب التصحر في مناطق الزراعة المروية 39

الفصل الرابع

4 - العلام البيئية للتصحر

- مقدمة
 1.4 - تدهور النبت الطبيعي 47
 2.4 - تدهور الأتربة 51
 3.4 - اشتداد الزوابع الترابية 52
 4.4 - تأثير التصحر في الحياة الحيوانية البرية 54
 5.4 - ازدياد الجريان السطحي والانجراف وتشكل السيول 55
 6.4 - انخفاض مستوى الماء الأرضي وغزارة الينابيع 56

الفصل الخامس

5 - النتائج الاقتصادية والاجتماعية للتصحر

- 1.5 - انخفاض انتاجية الأنظمة البيئية المتصحرة 59
 2.5 - تأثير التصحر في الحياة الاجتماعية 61
 3.5 - النتائج الاقتصادية للتصحر 63
 1.3.5 - تأثير التصحر في حجم الموارد الزراعية 63
 2.3.5 - تأثير التصحر في بنية الموارد الزراعية 64

الفصل السادس

6 - وسائل مكافحة التصحر

- مقدمة: المبادئ الأساسية التي يجب أن تركز عليها مكافحة التصحر 67
 1.6 - المحافظة على الغطاء الحراجي وتحسينه 68
 2.6 - المحافظة على المراعي الطبيعية وتحسينها 75
 3.6 - صيانة التربة والمياه 82
 4.6 - الإدارة المتكاملة لأحواض مساقط المياه 149

الفصل السابع

7 - ملخص عن الوسائل التي يمكن اتباعها لمكافحة التصحر

- 7.1 - ملخص عن الوسائل التي يمكن اتباعها لمكافحة التصحر 187

الفصل الثامن

8 - نماذج عن مكافحة التصحر في العالم العربي

- 1.8 - الوسائل المتبعة في مكافحة التصحر في الجمهورية العربية الليبية الاشتراكية
الشعبية 191
- 2.8 - الوسائل المتبعة لمكافحة التصحر في المملكة الاردنية الهاشمية 208
- 3.8 - الوسائل المتبعة لمكافحة التصحر في بادية الجمهورية العربية السورية 219
- 4.8 - الوسائل المتبعة لمكافحة التصحر في دولة الامارات العربية المتحدة 220
- 5.8 - توصيات لتطوير مكافحة التصحر في العالم العربي 226

الفصل التاسع

9 - ملخص عن خطة العمل لمكافحة التصحر التي اقرها مؤتمر الأمم المتحدة المعني بالتصحر في نيروبي 1977

- 9.1 - أهداف خطة العمل لمكافحة التصحر 233
- 2.9 - المبادئ الأساسية التي تسترشد بها خطة العمل لمكافحة التصحر 236
- 3.9 - توصيات مؤتمر التصحر للعمل الوطني لمكافحة التصحر 237

الفصل الأول

1 - عرض لمشكلة التصخّر

1.1 - مشكلة التصخّر على المستوى العالمي

2.1 - مشكلة التصخّر على المستوى العربي

1.1 - مشكلة التصحر على المستوى العالمي

إن التصحر مشكلة عالمية. وقد دلت الإحصاءات أن هذه الظاهرة الخطيرة يمكن أن تؤثر في حياة أكثر من 600 إلى 700 مليون نسمة، منهم 150 مليون عربي، إذا عمت كافة المناطق المهددة حالياً بالتصحر. كما أنها تهدد حالياً أكثر من 50 مليون نسمة تعيش في المناطق الجافة المجاورة للصحارى.

ولا يغيب عن البال أن المناطق المهددة بالتصحر يسكنها تقريباً سدس سكان الأرض، وأن هذه المشكلة معرضة لأن تتفاقم في المستقبل مع التزايد المتسارع لسكان المعمورة إذا لم تتكاتف البشرية جمعاء في التصدي لها، والعمل على إعادة المناطق التي تصحرت نتيجة سوء استغلال الأراضي والمياه والنبات، إلى الإنتاج الزراعي والرعي والحراجي المتوازن تلبيةً لحاجات سكان هذه المناطق والمناطق المتاخمة لها.

إن مساحة الأراضي المعرضة للتصحر والمهددة به نتيجة سوء استغلالها تقدر تقريباً بثلاثين مليون كيلو متر مربع، أي ما يعادل 19% من سطح الأرض، وهي لا تشكل القسم الأكبر من المناطق الجافة وشبه الجافة في العالم وحسب، بل تعداها أيضاً إلى المناطق شبه الرطبة وال مدارية المجاورة. وهذه المناطق المهددة بالتصحر موزعة بين أكثر من ثلثي بلدان العالم البالغ عددها 150 بلداً.

هذا ويقدر أن 150 كيلومتراً مربعاً من الأتربة في العالم تفقد خصوبتها كل عام أو تنخفض قدرتها الإنتاجية نتيجة التصحر.

إن هذه المناطق المتصحرة الجدياء أو المهددة مستقبلاً بالتصحر نتيجة سوء الإدارة والاستغلال ستضاف إلى الصحاري وأشباه الصحاري التي تعادل ثلث وجه البسيطة، مما سيؤدي إلى رفع نسبة المناطق الصحراوية وشبه الصحراوية

والمتصحرة بفعل الإنسان إلى ما يوازي 50% تقريباً من الأرض.

ومن الجدير ذكره أن تأثير التصحر يتعدى المناطق المتصحرة نفسها إلى المناطق الأخرى. فالعواصف الترابية التي أصبحت مألوفة في كثير من المناطق الجافة وشبه الجافة هي من أهم نتائج التصحر، تنتقل إلى مناطق بعيدة. كما أن السيل القوية وفيضانات المجاري المائية الصادرة عن المناطق الجبلية المتصحرة يمكن أن يكون لها أثر قوي في مناطق بعيدة نظراً لسرعة جريان مياه الأمطار على منحدرات الأحواض المائية التي فقدت غطاءها النباتي نتيجة استغلاله الجائر.

ومما يجدر التنبيه إليه أيضاً أن التصحر لا يصيب المناطق البعيدة غير المزروعة وغير الأهلة بالسكان كما هو شائع، بل على العكس من ذلك، إنه ظاهرة قريبة جداً من الإنسان وتحيط به.

وقد دلّت الدراسات التاريخية أن التصحر كان من أهم أسباب اضمحلال الحضارات القديمة اليونانية والتدمرية والتبطينية والبابلية وغيرها من الحضارات التي نشأت في المناطق الجافة وشبه الجافة أو على حدودها.

يبين الجدول 1 - تأثير التصحر على سكان المناطق التي تعرّضت للتصحر الشديد في السنوات الأخيرة (عن مؤتمر الأمم المتحدة للتصحر، نيروبي 1977).

2.1 - مشكلة التصحر على المستوى العربي

أ - إن القسم الأكبر من البلاد العربية يقع في المناطق شبه الجافة والجافة وشديدة الجفاف التي تعرّضت منذ زمن قديم إلى استغلال جائر أدى إلى تدهور قيمتها الإنتاجية بحيث نجد علائم التصحر واضحة في أغلب المناطق.

وقد دلّت الإحصاءات أن 95% تقريباً من مساحة الأراضي في المشرق العربي والمغرب العربي تحصل على أقل من 400 ملمتر من الأمطار السنوية. وبالنسبة للمشرق العربي، فإن 79% من الأراضي تحصل على أقل من 100 ملمتر من الأمطار السنوية، أي أنها تقع في المناخات الشديدة الجفاف، بينما يحصل 16% منها على أمطار تراوح بين 100 و 400 ملمتر من الأمطار السنوية، أي أن 95% من مجمل الأراضي تحصل على أقل من 400 ملمتر من الأمطار السنوية. أما بالنسبة للمغرب العربي، فإن 86% من الأراضي تحصل على أقل من مئة ملمتر من الأمطار السنوية و 11% تحصل على أمطار سنوية تراوح بين 100 و 400 ملمتر سنوياً، أي أن 96% من الأراضي تحصل على أقل من 400 ملمتر من الأمطار السنوية.

جدول - 1 -

تقديرات السكان بالآلاف وسبل الري في المناطق
التي تعرضت في السنوات الأخيرة للتصحر الشديد
(إحصاءات المؤتمر الدولي المعني بالتصحر، نيروبي 1977)

المنطقة	مجموع السكان	خضر	معتمدون على الزراعة	معتمدون على تربية الحيوانات	المساحة (كم ²)
حوض البحر الأبيض المتوسط	9820	2995	5900	925	1320 000
البريقيا (جنوب الصحراء الكبرى)	16165	3072	6014	7079	6850 000
آسيا والمحيط الهادئ	28482	7740	14311	6431	4361 000
الأمريكتان	24079	7883	13417	2979	17 645 000
المجموع	78546	21490	39642	17414	30 076000
		%27	%51	%22	

يستطيع ثلث عدد السكان المهددين (78 مليون نسمة) أن يتقادوا عواقب التصحر بفضل دخلهم العالي أو بفضل أوضاع مؤقتة أخرى. لكن يبقى حوالي 50 مليون نسمة معرضين مباشرة لتدمير سبل رزقهم ويواجهون بالتالي احتمال اقتلاع جذورهم من كل ما الفوه والنزوح إلى مناطق أخرى غالباً ما تكون غير مهيأة لاستقبالهم.

تدل هذه الأرقام بوضوح على سيطرة المناخات شبه الجافة والجافة والشديدة الجفاف على البلاد العربية سواء في المشرق العربي أم في المغرب العربي، وعلى أنها تعاني كلها من مشكلة الجفاف في وجوه كافة، لا سيما من حيث حساسيته المفرطة للتصحر نتيجة سوء الاستغلال. أما القسم الذي يحصل على كمية تزيد على 400 ملمتر من الأمطار السنوية فهو محدود جداً ولا يتجاوز 4 إلى 5% من المساحة الكلية للأراضي. لا بد إذاً من أخذ كل التدابير لوضع خطة متكاملة للاستغلال الرشيد للمناطق التي تتميز بجفافها بغية الإفادة منها في حياة الإنسان ودعم الاقتصاد القومي مع المحافظة على إنتاجيتها على مر الزمن عن طريق إيقاف التصحر ومكافحته باستمرار.

يبين الجدول - 2 - توزيع المناطق المناخية في المشرق العربي وفي المغرب العربي.

ب - إن التصحر المتسارع يلاحظ في كل مكان سواء في المشرق العربي أم في

الجدول - 2 -

توزع المناطق المناخية في المشرق العربي
والمغرب العربي (إحصاءات الأمم المتحدة)

الأراضي التي تحصل على أقل من 100 مليون في السنة %	الأراضي التي تحصل على أقل من 400 مليون في السنة %	الأراضي التي تحصل بين 100 و 400 مليون في السنة %	الأراضي التي تحصل على أكثر من 400 مليون في السنة %	
79	95	16	5	المشرق العربي
85	79	11	4	المغرب العربي

المغرب العربي حيث يلاحظ انخفاض تدريجي وأحياناً متسارع جداً في القدرات الإنتاجية للأراضي المزروعة والمراعي الطبيعية والغابات الطبيعية. في الوقت الذي يتحتم فيه زيادة الإنتاجية والإنتاج لتلبية حاجات السكان المتزايدة، نتيجة ازدياد عدد السكان وارتفاع مستوى المعيشة.

إن العناصر الأساسية لأي مجتمع بشري معاصر، أي النمو الاجتماعي والاقتصادي والنمو السكاني والإنتاجية الزراعية، مترابطة فيما بينها. لذا فإن تدهور إنتاجية الأراضي يشكل خطراً على صحة المواطنين وتطور المجتمع. وقد شهدت المنطقة العربية نمواً سكانياً متسارعاً دون أن يوازيه استخدام متوازن في الموارد الطبيعية (تربة، مياه، نبت). وقد أدى ذلك إلى انجراف التربة وانخفاض خصوبتها وضياح المياه، مع العلم أن المياه والتربة هما من أهم العوامل المحددة للنمو الاجتماعي والاقتصادي في المنطقة.

ولقد بدأت الدول العربية تعي جزئياً خطورة التدهور في إنتاجية الأراضي، إلا أن الخطوات التي اتخذت في سبيل مكافحته لا تعتبر كافية. ولا بدّ من زيادة اهتمام الدولة والمجتمع والفرد بهذا الموضوع للتمكن من دفع الخطر قبل أن يستفحل بحيث يتعدّر فيما بعد القيام بأي عمل إصلاحي، كما هي الحال في بعض أجزاء المنطقة العربية التي تحولت إلى أشباه صحارٍ عديمة الإنتاجية؛ والأمثلة على ذلك كثيرة.

يتضح مما تقدم، أن مشكلة التصحر هي مشكلة ذات أبعاد اجتماعية واقتصادية وثقافية، أو بتعبير آخر ذات أبعاد حضارية وأمنية، بالنسبة للعالم العربي، وأن من الضروري إعطاؤها الأولوية في الخطط التنموية لإعادة ترميم المناطق التي لا يزال استصلاحها ممكناً وإعادةتها إلى الانتاج، والمحافظة على الباقي منها من التصحر.

الفصل الثاني

2 - عملية التصحر

1.2 - كيف يحدث التصحر؟

1.1.2 - معلومات أساسية عن النظم البيئية

2.1.2 - خصائص الأنظمة البيئية في المناطق الجافة وشبه الجافة

3.1.2 - اختلال التوازن الطبيعي للأنظمة البيئية وعلاقته بالتصحر.

2.2 - خصائص عملية التصحر

3.2 - التمييز بين المناطق الصحراوية (الصحارى) والمناطق المتصحرة.

4.2 - هل التصحر عملية عكوسة

1.2 - كيف يحدث التصحر؟

1.1.2 - معلومات أساسية عن النظم البيئية

النظام البيئي ecosystem هو أية مساحة من التربة بالإضافة إلى ما تحويه من كائنات حيّة نباتية وحيوانية، ومواد غير حيّة، في حالة تفاعل فيما بينها وما ينتج عن ذلك من تبادل بين الأجزاء الحيّة وغير الحيّة. من أمثلة الأنظمة البيئية الأرضية «الغابة».

إن النظام البيئي كما يظهر من تعريفه يأخذ في الاعتبار كل الكائنات الحية التي تكوّن المجتمع البيئي، من فطريات وجراثيم وطحالب حتى الأشجار ومن الحيوانات الدقيقة حتى الحيوانات الراقية، وكذلك كل عناصر البيئة غير الحية مثل تركيب جو التربة نفسه والرياح وطول النهار وشدة الإضاءة والرطوبة الجوية الخ. والانسان هو جزء لا يتجزأ من النظام البيئي.

يتألف النظام البيئي من المكونات التالية:

أ - مواد غير حيّة، وتمثل بالمركبات الأساسية العضوية وغير العضوية من البيئة.

ب - الكائنات المنتجة، وهي الكائنات الذاتية التغذية، أي النباتات.

ج - الكائنات المستهلكة (المستهلكين الكبار)، وهي الكائنات غير ذاتية التغذية (الحيوانات) التي تستهلك كائنات حيّة أخرى وتجزئ المادة العضوية. ويقع الانسان في هذا القسم.

د - الكائنات المفككة (المستهلكين الصغار) أو الرُميّة مثل الفطريات والجراثيم

وبعض الحيوانات الأولية وغيرها من الكائنات المجهرية. تقوم هذه الكائنات بتفكيك الكائنات الحية النباتية والحيوانية وتحولها إلى مركبات بسيطة تقيد منها النباتات في تغذيتها. إن الكائنات الحية المكونة للنظام البيئي تتفاعل فيما بينها بحيث يرتبط وجود البعض منها ببعض الآخر، كما تكون في تفاعل مع المواد غير الحية ومع عوامل البيئة بحيث يشكل المجموع كلاً مستقراً ومتوازناً. ففي الغابة تقوم النباتات الخضراء بتثبيت الطاقة الشمسية وتخليق المواد الكربوهيدراتية على حساب غاز ثاني أكسيد الكربون الجوي. هذه المواد هي المواد الأولية التي يتم تخليق المادة الحية انطلاقاً منها. وبواسطة هذه العملية يدخل الكربون وتدخل الطاقة في الحلقة الحياتية. تنتقل الطاقة من النباتات إلى الحيوانات عن طريق أكلها للنباتات الخضراء أو لحيوانات تغذت على النباتات. كما تقوم الكائنات المفككة بتفكيك جثث وبقايا الكائنات الحية وتحولها إلى مواد بسيطة تستعملها النباتات في تغذيتها وفي تكوين أنسجتها وهكذا... إن للكائنات المفككة أهمية خاصة في كل نظام بيئي، إذ إنها تسمح بإعادة استعمال المواد الغذائية بشكل مستمر وتؤمن بذلك استمرار الحلقة الغذائية. يتميز إذاً النظام البيئي بوجود سلسلة غذائية بين مكوناته المختلفة، وهذه السلسلة هي التي تؤمن استمرار النظام البيئي. ففي الغابة تؤمن هذه السلسلة الغذائية تحلل البقايا النباتية المتراكمة فوق سطح التربة وتحلل العناصر المعدنية التي تمتصها نباتات الغابة من جديد، ثم تعود هذه العناصر من جديد إلى التربة عن طريق تساقط الأوراق والأغصان الميتة الخ. كما تؤمن تشكل «الدُّبال» وهو أهم العناصر المكونة للتربة.

إن أي سبب يؤدي إلى تعطيل تحلل البقايا العضوية ويدخل اضطراباً في نمو الغابة وفي استقرارها عن طريق تراكم هذه البقايا فوق أرض الغابة وبقائها دون تفكك، بحيث لا تستفيد منها نباتات الغابة. كما أن انتزاع هذه البقايا من أرض الغابة، يؤدي مع الزمن إلى إفقار تربتها وإلى تدهورها؛ وأي تعطيل للكائنات المفككة (التلوث مثلاً)، يؤدي أيضاً إلى تعطيل السلسلة الغذائية.

إن المحافظة على توازن المراعي الطبيعية وبالتالي المحافظة على خصوبة أتربتها، تتطلب تشييط السلسلة الغذائية عن طريق تنوع النباتات المكونة للمجتمعات النباتية وعدم افتقارها إلى النباتات التي تسهم جذورها وبقاياها في إغناء التربة بالمواد المغذية والدُّبال.

أما في الزراعة، فالمحافظة على خصوبة الأتربة الزراعية ومنع تدهورها، يتطلبان الاقتراب بقدر الإمكان من أسلوب عمل النظام البيئي وذلك من طريق:

– تعدد المحاصيل المزروعة وانتقاء دورة زراعية مناسبة تسمح بتغذية التربة

بالبقايا النباتية (كما هو الحال بالنسبة للنظام البيئي حيث تتعدد النباتات المكونة له). كما يجب تلافي الزراعات الأحادية المحصول المتكرر في الأرض نفسها.
- إضافة أسعدة عضوية لتنشيط عمل الكائنات الدقيقة والمساهمة في تشكيل الدبال بالإضافة الى الأسعدة الكيماوية للتعويض عن المواد المغذية الممتصة. هذا ويجب عدم استعمال الأسعدة الكيماوية لوحدها.

سنرى فيما بعد كيف أن الابتعاد عن هذه المبادئ قد ساهم إلى حد كبير في تدهور الأتربة الزراعية وانخفاض قدرتها الإنتاجية، وبخاصة في المزارع الكبرى المتخصصة في زراعة محصول واحد وأدى في المناطق الجافة وشبه الجافة إلى التصحر.

2.1.2 - خصائص الأنظمة البيئية في المناطق الجافة وشبه الجافة

1 - إن الأنظمة البيئية في المناطق الجافة وشبه الجافة متكيفة طبيعياً مع البيئة الجافة، وقد توصلت مع الزمن إلى نوع من التوازن في التبادلات المائية والطاقوية بوسائل وطرق مناسبة.

تتسم دورة المياه والطاقة في هذه الأنظمة البيئية بسمات خاصة نتيجة قلة الأمطار وتقليلها وسيطرة الجفاف من جهة ووفرة الطاقة الشمسية نتيجة قلة تشكل السحب من جهة أخرى. هذا وتكون كثافة الغطاء النباتي الطبيعي في المناطق الجافة وشبه الجافة أقل منها في المناطق الأكثر رطوبة، لذلك فإنه لا يغطي سطح التربة بشكل كامل وبالقدر نفسه. كما أن كمية المواد العضوية الناتجة من البقايا النباتية والحيوانية أقل بكثير مما هي عليه في المناطق الرطبة. ينتج من ذلك انخفاض نسبة الدبال في التربة وتعرضها إلى الانجراف المائي والهوائي نتيجة قلة ثبات بنيتها.

في معظم المناطق الجافة وشبه الجافة، لا سيما في المناطق الخاضعة للمناخ المتوسطي، وبالرغم من قلة الأمطار السنوية وسوء توزيعها على أشهر السنة وفصولها، تسقط الأمطار وبشكل زخات مطرية قوية من حين لآخر مما يؤدي إلى سيلان الماء على سطح التربة وتدني نفوذها إلى داخل التربة لتغذية المياه الجوفية، وغالباً ما يُشكل الماء سيولاً إذا كانت الأغشية النباتية قليلة الكثافة. كما أن الماء الذي يسيل على سطح التربة يتبخر بسرعة، وتجفف أشعة الشمس القوية سطح التربة في فترات الجفاف الطويلة التي تعقب ذلك.

ب - وبالإضافة إلى ما تقدم فإن التوازن الطبيعي الذي تتميز به الأنظمة البيئية في المناطق الجافة وشبه الجافة سريع العطب، ويمكن أن يضطرب بسرعة تحت تأثير سوء إدارة واستغلال هذه الأنظمة مما يؤدي إلى تدهورها الذي يسبب بدوره

التصحر مع مرور الزمن، لا سيما إذا رافق ذلك فترات شديدة الجفاف تجعل هذه الأنظمة أكثر استجابة للتدهور.

ج - يتميز المناخ الجاف وشبه الجاف الذي تخضع له هذه الأنظمة البيئية بتقلبات تتمثل بفترات شديدة الجفاف تعقبها فترات أكثر أمطاراً من المعتاد. إلا أنه لا يمكن التنبؤ بطول هذه الفترات وبتواتر تعاقبها كما سنوضح ذلك فيما بعد.

إن هذه التقلبات تؤدي إلى تقلص المناطق الجافة وشبه الجافة خلال الفترات المطيرة وإلى اتساعها في الفترات الجافة بحيث تصبح المناطق الجافة مناطق شديدة الجفاف والمناطق شبه الجافة تصبح جافة والمناطق شبه الرطبة تصبح شبه جافة، وهكذا فإن منطقة شبه جافة تأخذ صفات المنطقة الجافة خلال فترة زمنية معينة بينما تأخذ صفات المنطقة شبه الرطبة خلال فترة زمنية أخرى. خلال الفترة الجافة تصبح الأنظمة البيئية أكثر استجابة للتدهور، لا سيما إذا تابع الإنسان استغلالها بالأسلوب نفسه الذي كان يستغلها به في الفترات المناخية الاعتيادية، لا سيما في مناطق المراعي الطبيعية، حيث يبقى عدد الحيوانات كما كان، ويؤدي هذا السلوك إلى زيادة الضغط على المراعي وبالتالي إلى التدهور السريع للنبات الطبيعي والتربة. فإذا كانت فترة الجفاف طويلة، يزداد تدهور البيئة بتسارع كبير ويظهر التصحر جلياً.

أما في السنوات المطيرة، فإن الإنسان يميل إلى زيادة الضغط على المراعي من طريق زيادة عدد الحيوانات وإبقاء هذا العدد حتى بعد انتهاء الفترة المطيرة، مما يسبب تدهوراً شديداً للغطاء النباتي والتربة وما يتبع ذلك من تدهور شامل للبيئة.

د - من المعروف إن رطوبة التربة التي تستفيد منها النباتات تتعلق بهطول الأمطار وبالطاقة المتوفرة وبترشيع مياه الأمطار داخل التربة وبالصرف والتبخر. وقد دلت الدراسات أن العامل الحرج بالنسبة للنبات لا يكمن في الأمطار الهائلة نفسها، وإنما في كمية الماء الموجودة في التربة والتي يمكن أن يستفيد منها النبات، وهذا يرتبط بقوام التربة وعمقها وبنيتها.

من هنا تظهر أهمية طبيعة التربة، لا سيما خواصها الفيزيائية، في الاحتفاظ بالماء وبالتالي في استفادة النباتات منها؛ فالفرق في الخاصية الشعرية capillarity يجعل ضياع الماء عن طريق التبخر في الأراضي الغضارية العارية مثلاً، أعلى بكثير منه في الأراضي الرملية. كما أن طبقة قاسية وجافة تتشكل في الأولى على سطح التربة، تمنع إنبات البذور.

بالإضافة إلى ذلك، فإن رطوبة التربة، لا سيما في المناطق الجافة، تتعلّق «بالندى» ويتكرر حدوثه الذي يتحدّد جزئياً بتدرج درجات الحرارة داخل التربة. إن دراسة

النُدَى تأخذ أهمية خاصة في المناطق الجافة والصحاري أكثر منها في المناطق الرطبة، وذلك بسبب التوازن الرطوبي غير الملائم للأراضي الجافة (Reitan & Green, 1968). في الصحاري الشاطئية، يلعب «ضباب البحر» دوراً أساسياً في التوازن المائي. إن كمية الماء الناتجة من الضباب البحري والنُدَى تتعلق بالبنية الدقيقة لسطح التربة وبكمية البقايا النباتية التي تُسَفِّها الرياح. إن النُدَى وضباب البحر يخففان إلى حد ما الصفات الجفافية للمناخات الجافة.

هـ - تتميز الأتربة في المناطق الجافة وشبه الجافة بخصائص معينة تنعكس على الأنظمة البيئية. فلقد تشكّلت هذه الأتربة بواسطة عمليات فيزيائية وكيميائية وبيولوجية جفافية ولم يلعب الماء فيها إلا دوراً محدوداً؛ لذا فهي أتربة غنية بالأملاح نتيجة قلة انفسالها بواسطة مياه الأمطار؛ كما أنها تتميز بتركيز أشدّ للأملاح في الطبقة السطحية نتيجة التبخر الشديد من سطح التربة خلال الأشهر الجافة والحارة. غير أن كمية بعض العناصر الغذائية في التربة، لا سيما الأزوت وأحياناً الفوسفور، تبقى محدودة جداً، نظراً إلى نقص المواد العضوية في الأتربة بسبب التفكك السريع الذي يصيبها.

يبين الجدول - 3 - عن (Bazilevich, 1974) المذخّرات الأزوتية في البقايا العضوية المتراكمة فوق سطح التربة في الأنظمة البيئية المختلفة:

جدول - 3 -

المذخّرات الأزوتية في البقايا العضوية المتراكمة
فوق سطح التربة في الأنظمة البيئية المختلفة
(Bazilevich, 1974)

المنطقة	أزوت طن/كم ²
القطبية	106.20
الشمالية	76.00
شبه المدارية	
الرطبة	18.00
شبه الجافة	10.50
الجافة	3.00
المدارية	
الرطبة	8.60
شبه الجافة	5.70
الجافة	1.20

يوضح هذا الجدول انخفاض المحتوى الأزوتي في البقايا العضوية في الأنظمة البيئية الجافة وشبه الجافة المدارية وشبه المدارية بشكل ملحوظ بالمقارنة مع الأنظمة البيئية الرطبة، لا سيما بالمقارنة مع الأنظمة البيئية القطبية والشمالية.

إن هذه الخاصة يجب أن تؤخذ بالحسبان عندما يُراد استغلال هذه الأنظمة، لا سيما عند تطبيق التكنولوجيا الغربية على المناطق المدارية وشبه المدارية الجافة منها وشبه الجافة.

3.1.2 - اختلال التوازن الطبيعي للأنظمة البيئية وعلاقته بالتصحر

عرفنا أن الأنظمة البيئية في المناطق الجافة وشبه الجافة تتميز بتوازن طبيعي سريع العطب، يمكن أن يختل بسهولة تحت تأثير سوء الإدارة والاستغلال غير الرشيد للموارد الطبيعية من تربة ومياه وأتربة، لا سيما عندما تتعاقب سنوات أشد جفافاً من المعتاد. إن هذا الاختلال في التوازن الطبيعي للأنظمة البيئية هو الذي يؤدي إلى التصحر.

إن سوء استغلال الغطاء النباتي في مناطق الغابات الطبيعية والمراعي يؤدي مع الزمن إلى تعرية التربة وتعريضها للانجراف المطري والريحي. ينتج من ذلك سيلان مياه الأمطار، لا سيما على المنحدرات وانخفاض تسربها داخل التربة، مما يخفف من استفادة التربة والنباتات من مياه الأمطار ومن تغذية المياه الجوفية، ويؤدّ سيولاً جارفة. ونظراً لقلّة الأمطار بشكل عام في المناطق الجافة ونصف الجافة واشتداد حدّة الأشعة الشمسية وارتفاع قيمة التبخر، تجف التربة العارية أو شبه العارية. وبعد زوال المادة العضوية، تتهدم بنية التربة وينخفض تماسك حبيباتها وتصبح عرضة للانجراف الريحي والمائي أكثر فأكثر. ومع الزمن يتضاؤل الغطاء النباتي شيئاً فشيئاً، وتدرجاً يحل محلّ النبت الأصلي نبت أقل كثافة ومؤلف من أنواع خاصة بالمناطق الجافة. وهكذا تتدهور الأنظمة البيئية وتتحول في المناطق شبه الرطبة إلى حالة شبه الجفاف، وفي المناطق شبه الجافة إلى حالة الجفاف، وفي المناطق الجافة إلى حالة شبه الصحراء أو الصحراء الفعلية، حيث يكون التدهور كلياً تقريباً.

إن السيلان السطحي لمياه الأمطار هو عنصر فعّال في اختلال التوازن الطبيعي للأنظمة البيئية في المناطق الجافة وشبه الجافة، ويعتبر من أهم العوامل المؤدية إلى تدهور هذه الأنظمة واتجاهها نحو التصحر.

إن استعادة الأراضي التي تعرضت إلى التصحر ممكنة إذا اتخذت التدابير اللازمة لذلك، والمتمثلة بحسن استغلال النبت والتربة والمياه، ولا ينطبق ذلك على

حالة تدهور الأراضي في المناطق الشديدة الجفاف والمتحرّلة إلى صحار فعلية. إن تكلفة العملية ترتبط ارتباطاً وثيقاً باتساع التدهور وشدته، فكلما كانت المعالجة باكراً كانت أكثر ضماناً وأقل كلفة.

بناءً على ما تقدم يمكن أن نعرّف التصحر كما يلي:

التصحر desertification هو أحد اشكال التدهور الشامل الذي يصيب الأنظمة البيئية تحت تأثير العوامل المناخية غير الملائمة وسوء استغلال الغابات والمراعي الطبيعية والأراضي الزراعية والمياه. وهو يتجلى بزيادة الجفاف وانخفاض إنتاجية الأرض وحلول نبت جفافي ومبعض محل النبت الأصلي. أي أن البيئة تأخذ مجموعة من الصفات الجديدة تشبه صفات المناطق الصحراوية، لا سيما من الناحية الإنتاجية.

ومن الجدير ذكره أن التغيرات المناخية التي تصيب المناطق الجافة وشبه الجافة، ولا سيما من حيث انخفاض هطول الأمطار من فترة لأخرى، هي عوامل مساعدة على التصحر.

إن سوء استغلال الأنظمة البيئية من قبل الإنسان يبقى السبب الرئيسي والفعل في عملية التصحر. وسوف نقصّل ذلك بشيء من التوسّع لاحقاً.

إن أكثر المناطق استجابةً للتصحر هي تلك التي تمتد شمال وجنوب الصحراء في شمال إفريقيا، وكذلك المناطق الجافة من شرقي المتوسط، وتأتي في الدرجة الثانية المناطق الجافة في شرق أفريقيا.

2.2 - خصائص عملية التصحر

عرفنا سابقاً أن عملية التصحر تحدث داخل المناطق الشديدة الجفاف والجافة وشبه الجافة بشكل رئيسي، أي خارج الصحاري؛ وهي تظهر بشكل بقع مبعثرة داخل هذه المناطق وفي الأجزاء الأكثر تدهوراً والأكثر حساسية للتدهور. ومع تقدم التصحر تتسع هذه البقع تدريجياً ويتصل بعضها ببعض حتى تسيطر على المنطقة كلها. وهكذا يعمّ التصحر كل المنطقة.

ولما كانت المناطق الشديدة الجفاف والجافة وشبه الجافة متاخمة للصحاري، فإن هذه المناطق المتصحرة تتصل بالصحاري. وهكذا تبدو الصحاري كأنها هي التي تتقدم وتزحف باتجاه المناطق المتاخمة لها. لذلك سميت هذه الظاهرة في البداية الزحف الصحراوي، إذ كان يُعتقد أن التصحر يشكل جبهة تهجم من المناطق الصحراوية باتجاه المناطق المجاورة لها، كزحف الرمال الصحراوية.

إن زحف الرمال الصحراوية تحت تأثير الرياح ليس إلا حالة استثنائية من حالات التصحر، ولا يمكن اعتباره ممثلاً نموذجياً لهذه العملية التي تبدأ بالظهور خارج الصحارى كما ذكرنا، وقد دلت على صحة ذلك جميع الدراسات والملاحظات التي أجريت في المناطق الجافة وشبه الجافة من العالم.

3.2 - التمييز بين المناطق الصحراوية (الصحارى) والمناطق المتصحرة

إن ما تقدم ذكره عن كيفية حدوث عملية التصحر، قد أوضح لنا أن المناطق المتصحرة لم تكن صحارى سابقاً، بل كانت مناطق منتجة وذات غطاء نباتي يتناسب مع درجة جفافها، وأن التدهور الشديد الذي نتج من اختلال توازن انظمتها البيئية بسبب سوء استغلالها، أدى إلى تغيرات بيئية محلية جعلها تأخذ صفات أقرب إلى صفات الصحارى، لا سيما من حيث الإنتاجية.

إن هذه المناطق المتصحرة هي أصلاً مناطق خاضعة لمناخات غير صحراوية، وبشكل خاص للمناخ المتوسطي والمناخ المداري. فبالرغم من التغيرات التي أصابت الأنظمة البيئية وسببت تدهورها بدرجات متفاوتة، إلا أن المناخ العام السائد سواء كان متوسطياً أو مدارياً لم يتغير، فالأمطار لا تزال تسقط تبعاً للأشهر والفصول بنفس النظام. إن التغير بازدياد الجفاف قد حدث على مستوى النظم البيئية، أي حدث تآكل في المناخ المحلي، عند مستوى حياة النباتات من حيث ضعف تغذيتها المائية وقلة شرب الماء داخل التربة وارتفاع شدة التبخر، مما جعل المناخ المحلي المحيط بالنباتات شديد الجفاف، وهذا ينعكس على نوع الغطاء النباتي وكثافته، كما لو أن المناخ العام للمنطقة كلها قد اتجه نحو الجفاف.

إن نسبة مياه الأمطار المسيلة والضائعة بالنسبة للتربة والنباتات والمياه الجوفية، يمكن أن تصل إلى 95% من الأمطار السنوية على المنحدرات الشديدة العارية من الغطاء النباتي أو الضعيفة الغطاء النباتي؛ أي أن 5% فقط من الأمطار السنوية يستفيد منها، بينما يضيع القسم الباقي عن طريق الانسيال والتبخر. فعملية تدهور الغطاء النباتي والتربة تؤديان إذاً إلى خلق بيئة محلية تتسم بشدة الجفاف بسبب عدم إمكانية الاستفادة المثل من مياه الأمطار الساقطة. فإذا كانت هذه المنحدرات تقع في منطقة شبه جافة، فإنها تأخذ صفات أكثر جفافاً من بيئتها الأصلية، وتكون عندئذ قد بلغت طور التصحر أو أنها تصحرت فعلاً.

أما الصحارى فهي مناطق شديدة الجفاف يعود تشكّلها إلى عوامل كونية وليس للإنسان أي تأثير في هذا التشكّل، وهي مناطق تتميز أصلاً بمناخ صحراوي منذ أن

تشكّلت. وهي تختلف عن المناطق شبه الجافة والجافة، حيث يحدث التصحر وحيث يسود مناخ متوسطي أو مداري أو قاري يتميز بصفاته الخاصة التي تجعله يتميز عن المناخ الصحراوي.

ويعتبر التفاوت الكبير في سقوط المطر على مدار الزمن إحدى الظواهر الهامة في المناخ الصحراوي. ففي المحطات الصحراوية مثل محطة أليس سبرينغ Alice Spring التي تقع فيما يسمى بقلب استراليا الميت، يزداد مدى الاختلاف عن أية محطة أخرى أكثر من 50%، كما أن الصحراء الليبية يتراوح مدى اختلاف التساقط فيما بينها بين 80 و 100%، بل يصل أحياناً إلى 150% في الواحات الداخلة (بين واحة الكفرة والواحات الخارجة) في مصر.

وبالإضافة إلى الاختلاف الزمني للتساقط في المناطق الصحراوية فإنه أيضاً يتباين مكانياً إلى حد كبير. فالمطر الصحراوي غالباً ما يوصف حقاً بأنه محلي أو موضعي، حيث يختلف تساقط المطر اختلافاً كبيراً من موقع إلى موقع ضمن منطقة صغيرة.

وثمة ظاهرة أخرى للاختلاف الكبير في كمية التساقط في الصحارى تتمثل في الأرقام العالية جداً التي تسجل للمطر الساقط خلال عاصفة مطرية واحدة قد تكون آثارها أخاذة، كما أن كمية الأمطار القصوى الساقطة في 24 ساعة قد تزيد عن قيم المعدلات السنوية للتساقط في المدى الطويل، وفي بعض الحالات تزيد عنها بشكل ظاهر.

ملحوظة:

وضعت عدة معادلات تجريبية لتعريف الصحراء وتمييزها عن المنطقة الجافة. إلا أنه، من الناحية العملية، يلاحظ أن هذه المعادلات جميعاً تتفق فيما بينها على تحديد الحد الأعلى للصحراء وهو خط تسويوي الأمطار isohyet الذي يعادل 100 مم سنوياً (Le Houehou, 1959, 1968)، ما عدا بعض الاستثناءات كما في الصحارى الشاطئية في الشيلي والبيرو وناميبيا حيث يحدد الحد الأعلى للصحراء بالخط 50 مم، نظراً لارتفاع قيمة الرطوبة الجوية خلال فترة معينة من العام.

إن هذا الحد الأعلى للصحراء 100 مم سنوياً يناسب نقصاً مائئياً دائماً حيث تكون قيمة التبخر الكلي (التبخر والنتح) الأعظمي evapo-transpiration على من متوسط الأمطار في كل شهر من أشهر السنة.

4.2 - هل التصحر عملية عكوسة

- إذا وصل تدهور البيئة إلى حده الأقصى، أي إلى انجراف التربة بشكل تام وظهور الصخرة الأم القاسية على السطح، عندئذ فإن الأمل في إصلاح الوضع وإعادة استغلال هذه الأراضي زراعياً يكون قد ضاع نهائياً. في هذه الحالة نقول إن التصحر هو عملية غير عكوسة، أي أن المنطقة قد خرجت نهائياً من الاستثمار الزراعي وتحولت إلى أراضٍ جدياء إلى الأبد.

لدينا أمثلة عديدة على هذه الحالة في المناطق الجافة وشبه الجافة في البلاد العربية، لا سيما في الأراضي المنحدرة التي فقدت تربتها تحت تأثير الانجراف المائي والريحي بعد زوال الغطاء النباتي وبانت الصخرة الأم القاسية أو القشرة الكلسية القاسية على السطح، مما أدى إلى تحول هذه المناطق إلى مقاليع للحجر، لعدم إمكانية استغلالها زراعياً. ومن الأمثلة على التصحر غير العكوس بعض المناطق في السلسلة الشرقية لجبال لبنان وفي جبال القلمون في سوريا.

- في الحالات الأخرى، وهي الحالات الأكثر انتشاراً، يكون التصحر في مراحله الأولى أو المتوسطة، أي أن التربة لا تزال موجودة على الرغم من تدهور خصوبتها وتدمير الغطاء النباتي وانخفاض إنتاجية الأرض. في هذه الحالات يمكن إصلاح العطب باتخاذ الوسائل الضرورية.

إلا أن كلفة عملية الإصلاح ترتبط بشدة التدهور واتساعه: فكلما اتت المعالجة باكرة كانت أكثر ضماناً وأقل كلفة.

لا توجد حلول مطلقة يمكن تطبيقها على كل حالات التصحر، لذا لا بد من إجراء دراسات لكل حالة من الحالات وانتقاء التقنيات الممكن اتباعها لمكافحة التصحر والتدابير الاجتماعية والسياسية التي يجب اتخاذها لتطبيق الإجراءات.

ومن الجدير التنبيه إليه أن الحلول التقنية لا تعطي نتائجها الإيجابية في مكافحة التصحر إلا إذا رافقتها إرادة سياسية من قبل السلطة لتطوير العادات الاجتماعية المتنافية لسوء استغلال وإدارة الموارد الطبيعية عن طريق إصدار التشريعات التي تكفل حماية هذه الموارد من العبث.

الفصل الثالث

3 - الأسباب المؤدية إلى التصحر

1.3 - هل يعود التصحر إلى أسباب مناخية عامة باتجاه ازدياد الجفاف؟

2.3 - ما هو دور الإنسان في عملية التصحر؟

- 1.2.3 - أسباب التصحر في مناطق المراعي الطبيعية.
- 2.2.3 - أسباب التصحر في المناطق الحراجية (الغابية).
- 3.2.3 - أسباب التصحر في مناطق الزراعة المطرية.
- 4.2.3 - أسباب التصحر في مناطق الزراعة المروية.

1.3 - هل يعود التصحر إلى أسباب مناخية عامة باتجاه ازدياد الجفاف؟

ثمة اتجاهان حول الأسباب المؤدية إلى التصحر الذي يصيب معظم المناطق الجافة وشبه الجافة وحتى شبه الرطبة في العالم.

يعتقد أصحاب الاتجاه الأول، من بين علماء المناخ، أن المناخ على الكرة الأرضية يمرّ بمرحلة جافة طويلة الأمد، ولهذا تأثير واضح في تسريع التصحر. أي أن عملية التصحر ناتجة، وفقاً لهذا الرأي، عن تغيرات مناخية كونية ليس للإنسان من تأثير يذكر فيها؛ وبالتالي فإن التصحر مفروض علينا. ويُرجع مؤيدو هذا الاتجاه، أي مؤيدو النظرية المناخية للتصحر، من جغرافيين وتاريخيين، يُرجعون تدهور الحضارات القديمة التي ترعرعت في المناطق الجافة وشبه الجافة وعلى هوامش الصحاري، إلى التغيرات المناخية التي طرأت على هذه المناطق وجففتها، لا سيما في فترة الإمبراطورية الرومانية والقرون الوسطى.

إن الإثباتات حول الأسباب المناخية للتصحر واهية، ومن الصعب القبول بها؛ كما أن أتباعها قليلون جداً في العالم.

أما أصحاب الاتجاه الثاني، فيعتقدون أن التحاليل الإحصائية الدقيقة للمعطيات المناخية والهيدرولوجية المتراكمة منذ أكثر من مئة عام في أماكن عديدة من المناطق الجافة (قسنطينة 1830، الجزائر 1843، سان لويس 1855)، لا تسمح بالاستنتاج أن المناخ يتجه نحو الجفاف لفترة طويلة من الزمن، وإنما توضح فقط وجود تعاقب فترات جافة وفترات ماطرة، ولكن دون إمكانية التنبؤ بطول كل فترة وشدتها وانتظام ترددها. أي أنه، بمعنى آخر، لا توجد دورات مناخية بكل معنى الكلمة.

إن أصحاب هذا الاتجاه يشكلون الغالبية العظمى من العاملين في هذا المجال.

كما أنهم يبنون اعتقادهم على حقائق قابلة للمراقبة ومثبتة، لا على فرضيات. إن أهم الفترات الجافة في شمال الصحراء الكبرى في أفريقيا الشمالية هي التالية: 1925-1920، 1948-1944، 1959-1961، أما في جنوب الصحراء الكبرى فهي التالية: 1916-1913، 1946-1940، 1969-1973. وإن أقسى السنوات الجافة كانت الفترة 1948-1944 في شمال الصحراء الكبرى والفترة 1916-1913 في جنوبها.

إن هذه الفترات الجافة لا تسمح بالتنبؤ عمّا سيحصل في الربيع الأخير من القرن الحالي، ولا في القرن المقبل.

هذا وإن الدراسات في شرقي المتوسط 1970 Huxley Pearse، Blanckenhorn، لم تثبت وجود تغيرات مناخية غير اعتيادية منذ خمسة آلاف سنة تقريباً قبل الميلاد. إن المناخ في المنطقة قد أصابته تغيرات كبيرة خلال فترة ما قبل التاريخ، أي منذ 12 ألف سنة قبل الميلاد وحتى بداية الحضارة الزراعية، أي من حوالي ستة آلاف سنة قبل الميلاد. إلا أنه منذ بداية الفترة التاريخية، لا سيما منذ خمسة آلاف سنة قبل الميلاد تقريباً، لا يوجد أي أثر لتغيرات مناخية شديدة فجائية أو متدرجة يمكن أن تؤدي إلى التصحر المتسارع الملاحظ.

بما أنه لا توجد إثباتات قاطعة حول الجفاف التدريجي للمناخ، فما هي الأسباب الحقيقية للتصحر إذاً. إن علماء البيئة يرجعون هذه الأسباب إلى تضافر حادثتين:

- حدوث فترات جافة طويلة نسبياً.
- تدهور التوازن البيئي بواسطة الإنسان وحيواناته.

للإنسان إذاً تأثير واضح في دفع عملية التصحر ومسؤوليته كبيرة. ولكن ما هو دوره الفعلي في هذه العملية؟ هذا ما سنحاول توضيحه في الصفحات التالية.

2.3 - ما هو دور الإنسان في عملية التصحر؟

لقد قام العديد من الاختصاصيين بتحليل أسباب واليات التصحر سواء في شمال الصحراء الكبرى أو في جنوبها أو في شرقي المتوسط. وكلهم متفقون أن عودة الفترات الجافة هي شيء اعتيادي في المناطق الجافة ويعتبر حادثاً كلاسيكياً عاماً في كل المناطق المتميزة بانخفاض نسبة أمطارها. كما أن كل المهتمين بدراسة المناطق الجافة وإدارتها واستغلالها متفقون كذلك بأن السبب الرئيسي في عملية التصحر هو سوء إدارة واستغلال الأنظمة البيئية من قبل الإنسان، لا سيما البت والتربية والمياه، وأن ما ساعد على تسارع التصحر في النصف الثاني من هذا القرن، هو الانفجار السكاني الذي ميز هذه الفترة والذي أدّى إلى زيادة الحاجة إلى الغذاء،

وبالتالي إلى ازدياد الحاجة إلى الأراضي المزروعة وإلى الحيوانات.

وقد دلت الإحصائيات أن تزايد السكان الحالي في المناطق الجافة الآسيوية والأفريقية يراوح سنوياً ما بين 2% و 3.5%، أي أن عدد السكان يتضاعف كل 20 إلى 35 سنة.

ولكي نوضح كيف يحدث التصحر تحت تأثير الإنسان وحيواناته، فإننا سنقوم فيما يلي بدراسة أسباب التصحر وآلياته في المناطق الرعوية والحراجية وفي مناطق الزراعات المطرية والبرية، وذلك بهدف توضيح هذه الأسباب للتمكن من مكافحتها وإعطاء العلاج اللازم لا لكبح عملية التصحر وحسب، بل لعكسها في كل حالة من الحالات التي سنتناولها.

1.2.3 - أسباب التصحر في مناطق المراعي الطبيعية

أ - من أهم أسباب تصحر مناطق المراعي الطبيعية الجافة هو ازدياد المساحات المزروعة على حساب المراعي الطبيعية لا سيما في المناطق التي تقل أمطارها السنوية عن 200-250 ملم، وقد تسارع التمدد على مناطق المراعي الطبيعية مع تسارع الازدياد السكاني، وأدت الحرارة إلى إزالة الغطاء النباتي الطبيعي الذي كان يثبت التربة ويحميها إلى تفتت التربة وجعلها أكثر استجابة للانجراف، مما أدى مع الزمن إلى تنشيط الانجراف الريحي وزيادة عدد الزوايا الترابية، لا سيما وأن هذه الزراعات تترك الأرض عارية من ستة أشهر إلى تسعة، مما يجعلها عرضة للانجراف المائي والريحي. إن إدخال الآلات الحديثة وحرارة البادية قد ضاعفا تدهور الغطاء النباتي والتربة، وقد لوحظ أن الحرارة الميكانيكية تزيل كل الأنواع المستديمة من أول أو ثاني حراثة. بينما كانت الحراثة التقليدية لا تزيلها إلا بعد سنوات عديدة.

والأمثلة على ازدياد وتكرار شدة الزوايا الترابية واضحة لدى كل سكان المناطق الجافة والمناطق المجاورة لها..

إن إزالة الغطاء النباتي لتحويل المراعي الطبيعية إلى أراضٍ زراعية تتم عادة في الأراضي الجيدة الخصوبة التي تحمل أفضل الأعلاف ثم تتجه نحو المناطق الأكثر جفافاً بالتدريج. إن المحاصيل المزروعة هي القمح والشعير غالباً في المناخات المتوسطة والدخن في المناخات المدارية. وبالرغم من قلة الأمطار السنوية في هذه المناطق الجافة، فإن تدهور الغطاء النباتي لا سيما على المنحدرات يزيد من الجريان السطحي لمياه الأمطار وضياعها في مجار مؤقتة أو سيلية دون إمكانية الاستفادة منها، فتضيق عن طريق التبخر، مما يؤدي إلى ازدياد الجفاف على مستوى النبات، أو

بتعبير آخر على مستوى المناخ المحلي أو الموضوعي. وقد أصبحت المياه السيلية من أهم علائم المناطق الجافة المتدهورة، وهي من علائم التصحر، تماماً كازدياد الزوابع الترابية.

عندما تتدهور الأتربة المزروعة بشكل نهائي وتصبح غير قابلة للإنتاج، تُترك إلى أراضٍ رعوية أخرى وهكذا، بحيث يمتد التصحر بالتدرج إلى كافة المناطق ويعمها. ولما كانت حاجات الدنيا للعيش هي بحدود 300 كغ من الحبوب للفرد في السنة، في غياب تربية الحيوان، فإنه يجب تأمين 2 إلى 3 هكتارات من المزروعات لكل فرد، أي ما يعادل وسطياً 5 إلى 15 هكتاراً لكل عائلة. وإذا اعتبرنا أنه يعيش خمسون مليون نسمة في المناطق المعرضة للتصحر، فإن المساحة المزروعة فيها تعادل تقريباً مئة مليون هكتار. وقد أثبتت الإحصائيات أن اتساع المزروعات على حساب المناطق الرعوية الجافة في العالم الثالث قد تمّ بنسبة ازدياد السكان، أي بحدود 2.5% إلى 3% في العام.

فمثلاً دلّت الإحصائيات الحكومية في السودان أن الأراضي المزروعة في منطقتي درغور وكردفان قد ازدادت من 300 ألف هكتار إلى مليون وخمسمائة ألف هكتار بين 1960 و 1973. وفي الوقت نفسه انخفض المردود بحدود 75%.

وكذلك ازدادت المساحات المزروعة في أواسط مالي من 190 ألف هكتار إلى 370 ألف هكتار، وذلك بين أعوام 1952 و 1975.

وبالنسبة للأسباب نفسها، فإن مربّي الحيوانات يحاولون اقتناء عدد أكبر من الحيوانات لتلبية حاجة الزيادة السكانية في المناطق الجافة وشبه الجافة.

ولما كانت المراعي تتدهور تدريجاً، فإنها تصبح غير صالحة للإبقار التي يُستعاض عنها تدريجاً بالأغنام. وإذا ازداد التدهور يُستعاض عن الأغنام بالماعز الذي يتكاثر بسرعة أكثر، إلا أنه يسبب أذى كبيراً للمراعي لا سيما إذا وُجد بأعداد كبيرة. ومع استمرار التدهور تحل الجمال مع الماعز، كما حدث في المراعي المتدهورة في الشرق الأوسط.

إن ازدياد عدد الحيوانات يتطلب إيجاد نقط مائية إضافية لإرواء الحيوانات مما يسبب ازدياد كثافتها حول هذه النقط المائية في السنوات الجافة وبالتالي تدهوراً سريعاً في الغطاء النباتي. وقد لوحظ في النيجر أن بعض النقط المائية قد أروّت بحدود 40 ألف إلى 50 ألف رأس بقر. ولما كانت الحيوانات لا تستطيع أن تبتعد لأكثر من 20 كم من النقط المائية في الفصول الجافة والحارة، فإنه يحدث تدهور سريع للغطاء النباتي حول هذه النقاط خلال بضع سنوات فقط.

ب - إن إزالة الغطاء النباتي من مناطق المراعي الطبيعية أدى إلى زوال الأنواع الخشبية كما حصل في القسم الشمالي من الصحراء الكبرى في شمالي أفريقيا وفي منطقة الشرق الأوسط. والحقيقة أن الشجرة الحراجية قد زالت تقريباً من المناطق التي تقل أمطارها عن 300 ملمتر في السنة. وقد أدى غياب الشجرة الحراجية إلى اقتلاع الشجيرات والنباتات الخشبية الصغيرة للتدفئة والوقيد، مما سبب إفقار المراعي بهذه النباتات التي كانت تستخدم غذاء للحيوانات وتسهم في حماية التربة من الانجراف.

وقد أدى اقتلاع هذه النباتات إلى الإضرار في تدهور البيئة واتجاهها نحو التصحر. ومن المعروف أن الوقيد الوحيد المستعمل في بعض مناطق الهند والشرق الأوسط المتصحرة هو مخلفات الحيوانات المجففة، لا سيما الأبقار والجمال. إلا أن الوضع أخذ يتغير نسبياً في الشرق الأوسط مع انتشار المازوت للوقود والتدفئة.

وقد دلت بعض الدراسات في جنوب تونس أن زوال الأنواع الخشبية هو مسؤول عن تصحر 0.3% من المساحة كل عام.

ج - إن الحرائق تشكل خطراً واضحاً على المراعي الطبيعية، لا سيما في مناطق الساحل في أفريقيا عندما تصل الكتلة الحيوية biomass للنباتات في الحقل أو تتجاوز ألف كغ / هكتار، أي في السنوات الجيدة الأمطار. وقد بينت الدراسات أن الحرائق تدمر في كل عام ما يعادل 80 مليون طن من الأعلاف في السافانا الأفريقية التي تحصل على أكثر من 300-400 ملمتر من الأمطار السنوية، أي ما يعادل الطعام اللازم لخمسة وعشرين مليون رأس بقر خلال تسعة أشهر. بالإضافة إلى ذلك، فإن هذه الحرائق تطرد الحيوانات نحو المناطق المجاورة حيث يزداد عددها أكثر من قدرة هذه المناطق على التحمل، مما يؤدي إلى تدهورها.

2.2.3 - أسباب التصحر في المناطق الحراجية (الغابية)

تدهور الغابات الطبيعية تحت تأثير الحرائق المتكررة والرعي الجائر والقطع السبئي، وينتج من هذا التدهور تغيرات في البيئة المحلية باتجاه ازدياد الجفاف على مستوى المناخ المحلي وخصائص التربة وإنتاجيتها. وسوف نبين فيما يلي عملية التدهور تحت تأثير العوامل الهادمة.

1 - تأثير الحرائق المتكررة

تؤثر الحرائق المتكررة في الغابات وتسبب تدهورها بطريقتين:

- تؤثر في التركيب النباتي، فتؤدي إلى إزالة الأصناف النباتية التي تتأثر

بالحرائق وإبقاء النباتات التي تقاوم الحرائق. وبصورة عامة فإن النباتات العشبية وبصورة خاصة النباتات ذات الجذامير والتي توجد بشكل كتل كثيفة تكون أكثر مقاومة من النباتات الخشبية.

- تسبب الحرائق أيضاً سرعة تحول المادة الدُّبالية في التربة من جزء الارتفاع الشديد في درجة الحرارة أثناء الاحتراق ومن جراء إزالة الغطاء النباتي الذي يعرض التربة إلى تأثير أشعة الشمس المباشرة التي تزيد من شدة تبخر الماء من التربة، وهكذا تزول المادة الدُّبالية مع الزمن من التربة. ولما كانت المادة الدُّبالية تقوم بدور كبير في ربط حبيبات التربة بعضها ببعض، وتحسين بنية التربة وتغذية البوادر فإن الحرائق المتتالية تؤدي إلى تهديم هذه البنية وإفقار التربة بالعناصر الغذائية. وبذلك تصبح التربة أكثر حساسية للانجراف بواسطة الأمطار والرياح نظراً لعدم وجود الارتباط الوثيق بين حبيبات التربة.

في المناطق ذات المناخ المتوسطي بصورة خاصة، حيث تهطل الأمطار بشكل زخات مطرية يسبب الانجراف هنا إفقار التربة بالمواد الغروية (الغضار والدُّبال) التي تساعد على امتصاص الماء داخل التربة، الأمر الذي يؤدي إلى انخفاض قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء بصورة تدريجية كلما تقدمت مرحلة التدهور تبدو علامات جفاف التربة بظهور نباتات تتحمل جفاف التربة أكثر فأكثر، حتى إنه في مراحل التدهور النهائية حيث تكون التربة قد أصبحت شديدة الجفاف لا نجد على أرض الغاية إلا النباتات الشوكية وبعض النجيليات والنباتات التي تتحمل شروط الجفاف في التربة.

ب - تأثير الرعي الجائر

يشكل الرعي المتواصل خطراً شديداً على الغابات ويسبب تدهورها عندما تكون في المرحلة الأولى من عمرها، أي عندما تكون في حالة غراس. تأكل الحيوانات الغراس الفتية وتسبب موتها، وبهذا تتعرض التربة تدريجياً إذا بقي الرعي متواصلاً، وتصبح معرضة للتقلبات الجوية التي تسبب تدهورها. هذا وإن الرعي المتواصل يسبب تغييراً في التركيب النباتي للمجموعة الحرجية بطريقتين:

- لا تتأثر بالرعي النباتات الشوكية أو التي لها أعضاء مؤذية، إذ إن الحيوان يخشاها فلا يأكلها، بينما تزول الأصناف الأخرى التي يأكلها الحيوان ويؤدي ذلك مع الزمن إلى زوال الأصناف السهلة على أسنان الحيوانات وحلول أصناف شوكية مقاومة محلها.

- إن تعرية التربة بواسطة الرعي المتواصل تسبب زوال المادة الدُّبالية التي

تسبب بدورها هدم بنية التربة وعدم ارتباط حبيباتها بعضها مع بعض والتي تتجرف بدورها تحت تأثير الأمطار والرياح. ويؤدي الرعي الجائر بالإبقار إلى رص التربة. وهكذا تفقد التربة خصوبتها وقدرتها على الاحتفاظ بالماء بصورة تدريجية. إضافة إلى ذلك إن تعرية التربة تزيد من حدة تبخر الماء من التربة فتزيد جفافها. وتظهر علام جفاف التربة بظهور اصناف تتحمل هذا الجفاف أكثر فأكثر حتى إنه في المرحلة النهائية لا يبقى على أرض الغابة إلا بعض الأنواع التي تتحمل جفاف التربة الشديد والأشعة الشمسية الشديدة والتي تعيش بشكل معزول.

إن نتائج الرعي تختلف باختلاف الحيوانات، فالأبقار هي أقل الحيوانات خطراً، تأتي بعدها الأغنام ثم الماعز الذي هو أشدها خطراً، فهو يتغذى بالنباتات الخشبية ويصل إلى مناطق لا يستطيع غيره من الحيوانات الوصول إليها.

ج - تأثير القطع السيئ

إن القطع السيئ الذي يسبب حدوث فجوات كبيرة داخل الغابة، والقطع الكلي الذي يسبب إزالة الأشجار كلها وتعرية التربة، يؤدي إلى تغيير في الشروط البيئية المحيطة، الأمر الذي يؤدي مع الزمن إلى تغيير في التركيب النباتي للمجموعة الحرجية، ويؤدي أيضاً إلى سرعة تحول المادة العضوية وزوالها مما يجعل التربة حساسة جداً للإنجراف.

وباختصار يمكن القول بأنه تحت تأثير العوامل الهدامة السابقة الذكر، تتدهور الغابة بسرعة في المناطق التي تتصف بالجفاف وتتحوّل في البداية إلى مجتمعات نباتية ثانوية أكثر بساطة وأقل فعالية من حيث تأثيرها في البيئة، لا سيما في ما يتعلق بحماية التربة من الانجراف والمحافظة على خصوبتها وتنظيم جريان مياه الأمطار.

كلما اشتد التدهور ظهرت مجتمعات نباتية أكثر سوءاً من حيث المحافظة على البيئة، حتى إذا وصلنا إلى التدهور التام زالت النباتات وتعزّت التربة وأخذت مياه الأمطار تسيل على سطح الأرض، مما يزيد في تشكّل السيول وتغذية الفيضانات ويمنع تسرب مياه الأمطار إلى داخل الأرض لتغذية المياه الجوفية فتجفّ البيئة وتنتج نحو الجفاف، وهذه من أهمّ علل التصحر.

إن هذا التدهور ونتائجه السيئة على البيئة وعلى الإنسان تزداد حدة مع انحدار الأراضي وفي المناخات التي تتصفّ بالجفاف حيث تكون الغابة في حالة توازن غير مستقر.

إن القطع الجائر للغابات وخاصة على الأراضي المنحدرة يؤدي إلى انجرافاً متسارعاً للتربة وضياعاً كبيراً لمياه الأمطار.

إن تدهور الغابات في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا هو المسؤول عن تدهور بيئة هذه المناطق وتوجهها نحو الجفاف وظهور السيول القوية. ويبدو ذلك جلياً في المناطق الداخلية من سورية ولبنان والأردن والجزائر والمغرب وتونس الخ..

أين عظمة تدمر؟ أين هؤلاء الناس الذين عرفوا حضارة عريقة سجلها التاريخ؟ هل يمكننا أن نتصور حضارة تنمو وتزدهر في بيئة خالية من المياه ومن الأراضي الجيدة للزراعة؟ إن تدهور الغابات وانعكاساتها على انجراف التربة وقلة المياه كانت من الأسباب الرئيسية في انهيار الحضارة المينائية. وبالإضافة إلى ذلك فإن تهديم الغابة كنظام بيئي يخفف من قدرة البيئة على تنقية الجو ويؤدي إلى خلق ظروف حياتية غير ملائمة للإنسان وخاصة بالقرب من المراكز الصناعية، كما يحرم الحيوانات البرية من الملاجئ الطبيعية ويسهم في تسريع انقراضها.

3.2.3 - أسباب التصحر في مناطق الزراعة المطرية

1 - ولدت الزراعات المطرية rainfed agriculture وتسمى أيضاً الزراعات الجافة بشكل خاص في المناطق شبه الجافة وتعتبر من الزراعات النموذجية لهذه المناطق. إن نجاح الزراعات المطرية في مثل هذه الظروف المناخية يتطلب التكيف مع تقنية خاصة تهدف بشكل رئيسي إلى جمع المياه وتخزينها وحمايتها، والإفادة المثلى منها. فالمحاصيل المزروعة هي نباتات مقاومة للجفاف، لا سيما القمح والشعير والشيلم والذرة البيضاء.

إلا أن التزايد السكاني قد ولد ضغطاً كبيراً على الأراضي المزروعة بهدف زيادة الإنتاج الزراعي والغذاء لتلبية لحاجات السكان المتزايدة، مما أدى إلى زحف الزراعات المطرية باتجاه المناطق الجافة التي هي في الأصل موطن المراعي الطبيعية. وقد سبب ذلك تدهور هذه المراعي وانجراف التربة بواسطة الرياح والمياه، وكان ذلك من أهم الأسباب التي أدت إلى تصحر مناطق المراعي الجافة في العالم، كما وضحنا ذلك فيما سبق (راجع أسباب التصحر في مناطق المراعي الطبيعية).

ب - إن التقدم التقني باتجاه استنباط أصناف جديدة من المحاصيل المقاومة للجفاف أو السريعة النضج بالإضافة إلى سهولة الحراثة وسرعتها نتيجة إدخال الآلات الزراعية الحديثة قد أدى إلى زحف الزراعة الجافة باتجاه المراعي الطبيعية الجافة. وكان لتعميم استعمال الحراثة الآلية في البادية غير المتكيفة مع الشروط البيئية الأثر الكبير في اختلال توازن الأنظمة البيئية الجافة، والتصحر المتسارع

الملاحظ في منطقة شرقي المتوسط بعد الحرب العالمية الثانية.

ج - ومن الجدير ذكره أن كل المناطق نصف الجافة التي تركزت فيها الزراعات المطرية منذ القدم، كانت، قبل الحضارة الزراعية، مغطاة بنبت طبيعي شجري وشجيري يحمي التربة من الانجراف الريحي والمطري ويحافظ على خصوبتها. إلا أن حاجة الإنسان إلى إنتاج المحاصيل الغذائية منذ بدء الحضارة الزراعية قد دفعته إلى إزالة الغطاء النباتي الطبيعي والاستعاضة عنه بزراعة المحاصيل الزراعية. إن هذا التحول قد زاد من استجابة التربة للانجراف؛ ومما أدى إلى ذلك، استعمال بعض التقنيات مثل الحراثة الخفيفة التي تهدف إلى تهينة مهاد جيد للبدور، والأراضي البور العارية التي تهدف إلى إزالة كل النباتات لتسهيل مرور مياه الأمطار داخل التربة وتخفيف ضياع الماء عن طريق التبخر الكلي، هذا بالإضافة إلى ترك طبقة سطحية ناعمة رقيقة من التربة للحد من التبخر عن طريق الخاصية الشعرية من جهة، ولتنشيط عملية النتجة الهوائية للمركبات العضوية من جهة أخرى.

إن كثيراً من الأراضي البور التي تمتد على مساحات واسعة في سهل متسعة عرضة للانجراف الريحي، مولدة زوايع من الغبار في الأراضي السليقة أو مسيبة كئيباً رملية في الأراضي الرملية اللخيفة القريبة من أسرة الأنهار الجافة. ومما ينشط الانجراف الريحي غياب الأشجار والشجيرات التي اقتلعتها الإنسان.

د - في الزراعة الجافة، غلبت الزراعة أحادية المحصول monoculture الزراعة المتعددة المحاصيل، والدورة الزراعية حيث تستعمل البقوليات وتجري تربية الحيوان. وقد سبب ذلك إفقار الأتربة الزراعية بالعناصر الغذائية، لا سيما إذا تم حرق بقايا المحاصيل بعد الحصاد بواسطة الحصادات والدراسات. إن استمرار زراعة المحصول نفسه لفترة عشر سنوات يؤدي إلى إنهاك التربة وإلى تهديم بنيتها في المناطق شبه الجافة والتي كانت في الماضي خصبة وجيدة البنية. وبنتيجة تدهور التربة ينخفض المحصول وينشط الانجراف لا سيما في الأتربة الناعمة.

إن الأمثلة على هذه الزراعات الأحادية المحصول، والتي تستخدم فيها الآلات الحديثة، عديدة في منطقة شرقي المتوسط وأثرها في التصحر واضح. ولقد كانت من الأسباب الرئيسية التي أدت إلى تدهور هذه المناطق وتصحرها.

في المناطق نصف الجافة المتوسطة من الولايات المتحدة الأمريكية في كاليفورنيا، انتشرت الزراعات الأحادية المحصول على مساحات شاسعة، وكانت هذه الزراعات شديدة المكثنة، وأهملت الزراعات المتعددة المحاصيل والدورة الزراعية وتربية الحيوان. وقد أدى ذلك إلى إنهاك للأتربة الرمادية البنية والسوداء ذات القوام

الناعم المكونة لهذه المناطق إلى تنشيط الانجراف الريحي. وكانت النتيجة المباشرة لتدهور التربة انخفاض الانتاج بين الحريين العالميتين الأولى والثانية. وعلى العكس من ذلك، فإن بعض المناطق شبه الجافة المتوسطة في أستراليا الجنوبية، حافظت على إنتاجها من المحاصيل الزراعية ولم تتدهور، لأنها كانت تزرع بأسلوب يوافق على خصوبة التربة ويحميها من الانجراف عن طريق اتباع أسلوب الزراعات المتناوبة بين محاصيل الحبوب والبقوليات واستخدام الأسمدة المعدنية والعضوية للمحافظة على بنية التربة.

هـ - إن إزالة الغطاء النباتي الطبيعي على المنحدرات لزراعتها بالمحاصيل وحرثتها باتجاه خط الميل كان من الأسباب الرئيسية في تدهور التربة على هذه المنحدرات في المناطق الجافة وشبه الجافة عن طريق تنشيط الانجراف المطري. وقد بيّنت الملاحظات والدراسات في العديد من المناطق في العالم أن زوال التربة على المنحدرات الشديدة نتيجة الحراثة السيئة باتجاه خط الميل يمكن أن يستغرق بضع سنوات فقط. ومن المؤسف أنه لا تزال تستخدم الحراثة باتجاه خط الميل حتى الآن في عدد من دول شرقي المتوسط وغربه. وهكذا فإن هذه الأراضي تتصحر تحت أعين الناس. ومن يتجول في شرقي المتوسط وشمال أفريقيا يلاحظ بسهولة المنحدرات العارية العديمة الإنتاج.

إن الانجراف المائي المتسارع على السفوح المنحدرة قد أدى إلى تشكّل السيول وغمر الأراضي الواطئة، وكذلك إلى زيادة الإطماء silting خلف السدود والتقليل من عمر هذه السدود.

و - إن ازدياد عدد السكان في هذه المناطق شبه الجافة قد زاد من الحاجة إلى المياه سواء للاستعمال المنزلي أو للشرب والري؛ وقد أدى ذلك مع الزمن إلى انخفاض مستوى المياه الأرضية؛ كما أن ضياع مياه الأمطار عن طريق الجريان السطحي على المنحدرات العارية قد أسهم في التخفيف من تغذية المياه الأرضية.

إن كثرة ضخ المياه العذبة بالقرب من الشواطئ قد أدى إلى تملّح salinization مياه الآبار؛ وتمع المياه من المشاكل الصعبة في بلاد الخليج العربي.

ز - إن اقتلاع الدُغَيّلات ذات الجذور العميقة والاستعاضة عنها بمحاصيل زراعية أو بأراضٍ بور قد أدّى إلى التخفيف من التبخر الكلي، إلا أنه زاد التبخر والجريان السطحي لمياه الأمطار على المنحدرات، مما أدى إلى تبدل التوازن المائي في أترية الأدوية عند أسفل المنحدرات، وسبب تملّح هذه الأترية. وقد لوحظت هذه الظاهرة في الأترية الضعيفة الصرف في أستراليا، لا سيما في شمال ولاية فيكتوريا

وفي الجنوب الغربي من أستراليا الغربية، حيث وصلت المياه الارضية المالحة إلى سطح التربة نتيجة المياه الواردة من المنحدرات باتجاه الاسفل.

4.2.3 - اسباب التصحر في مناطق الزراعة المروية

١ - إن سوء استغلال وسوء إدارة الأراضي المروية في المناطق الجافة وشبه الجافة، أدى ولا يزال يؤدي إلى تملح التربة. وتظهر هذه الحالة في الأتربة السيئة الصرف أو عند الري بمياه مالحة. إن الأمثلة على تملح الأتربة في مناطق الزراعة المروية عديدة جداً في المناطق الجافة وشبه الجافة من العالم: سوريا (حوض الفرات والجزيرة) - العراق (وادي الفرات الاسفل) - الأردن (وادي الأردن) - باكستان (سهل الهندوس) - إيران - المناطق الجافة في الاتحاد السوفياتي والولايات المتحدة الأمريكية وشمال أفريقيا.

إن مشكلة تملح الأتربة في مناطق الزراعة المروية قديمة جداً في بلاد ما بين النهرين حيث يُقدّر عمر الزراعة في هذه البلاد بحوالي ستة آلاف سنة. ولقد كانت هذه المناطق تعتبر من أخصب الأراضي الزراعية، كما كانت مكتظة بالسكان (17-25 مليون نسمة). يعتقد المؤرخون أن تملح الأتربة التدريجي، الذي حصل خلال العصور القديمة وخاصة في عهد السومريين في الألف الرابع قبل الميلاد، قد أدى مع الزمن إلى انخفاض كبير في انتاج القمح في الهكتار، ومن ثم إلى استعاضة القمح بالشعير نتيجة ازدياد ملوحة التربة. وفي آخر المطاف تحولت أراضي الوادي الاسفل للفرات والخابور إلى أراضٍ جرداء مالحة غير قابلة للزراعة. ويعتقد المؤرخون أنَّ التملح الشامل للأتربة في بلاد ما بين النهرين قد أدى إلى إضعاف الاقتصاد وأسهم الى حد كبير في إضعاف السومريين وتدهور حضارتهم وهجرة السكان إلى مناطق أخرى. إن هذا مثال واضح على تصحر منطقة يكاملها نتيجة سوء استغلال وسوء إدارة الأراضي المروية في المناطق الجافة وشبه الجافة خلال الأزمنة القديمة.

لقد أدى ريُّ الأراضي في حوض الفرات من القطر العربي السوري في السنوات الأخيرة إلى تملح الأتربة بحدود عدة مئات من الهكتارات في العام.

ويرجع السبب الرئيسي في ذلك إلى سوء الصرف في أراضي المشروع الرائد الذي يستعمل مياه الفرات وإلى استعمال مياه الآبار المالحة لري القطن في مناطق الجزيرة.

إن 6% من الأراضي الزراعية في سهول العراق الجنوبية كانت ممتلحة عام 1950، وقد لوحظ أن 1% من مساحة الأراضي المروية في العراق يتملح سنوياً ويصبح خارج نطاق الإنتاج الزراعي. هذا وإن نسبة الأراضي الممتلحة في وادي

الفرات وفي سوريا تقارب 50% من الأراضي الزراعية. في عام 1970، أي بعد أقل من 10 سنوات من ابتداء مشروع الري في وادي الأردن، أصيب 12% من مساحة المشروع بالتملح، كما أن الضرر يزداد يوماً بعد يوم، والسبب الرئيسي هو سوء الصرف لمياه الري.

ومن الجدير ذكره أن التكنولوجيا المعاصرة والأساليب العملية الحديثة تسمح باستغلال الأراضي في الزراعة المروية استغلالاً رشيداً، دون الإضرار بالتربة وبخصوبتها.

ب - يمكن أن تتملح الأتربة على النحو التالي:

- عندما تروى الأتربة المحتوية على طبقة كثيفة أو السيئة الصرف، بمياه مالحة (أو حتى قليلة الملوحة)، فإن جزءاً من الماء يتم امتصاصه من قبل المحصول وجزءاً آخر يتبخر من على سطح التربة، أما الجزء الباقي في التربة فإنه يبقى فيها مع الأملاح الذائبة، التي تتجمع في مقطع القرية مع الزمن. ومع استمرار الري بالماء المالح، فإن الماء الزائد غير المترشح يُشكل طبقة مائية مالحة فوق الطبقة الكثيفة، ويزداد ارتفاعها تدريجاً لتقترب من مستوى سطح التربة. عندئذ وبتأثير الضاغطية الشعرية، يتحرك الماء المالح من الطبقة المائية باتجاه سطح التربة نتيجة شدة جفاف الجو ويتبخر على السطح مما يؤدي إلى تشكّل طبقة مالحة بيضاء، كما أنه عندما يصل مستوى الماء الأرضي إلى مستوى المجموع الجذري، فإن الماء المستهلك عن طريق النبات يترك في التربة الأملاح في منطقة المجموع الجذري، لقلة استهلاك النبات لهذه الأملاح. وبهذه الطريقة يتملح كل مقطع التربة.

وفي الوقت نفسه تنخفض نفوذية التربة السطحية تدريجاً نتيجة ازدياد الملوحة، وتشكل الغطاء الصودي الذي يتفرق وتصبح التربة غَويقة (waterlogging)، ويؤدي ذلك إلى تلف جذور المحاصيل وانخفاض الإنتاج انخفاضاً كبيراً.

- إذا كانت الأتربة تحتوي على أفق مالح نتيجة لظروف جيولوجية تاريخية، أو تحتوي على أملاح مبعثرة في المقطع، فإن تأثير الملوحة يكون محدوداً إذا كانت هذه الأتربة تحت الزراعة المطرية (البعلية) أو كانت مغطاة بنبات طبيعي جفاف. ولكن عندما تروى هذه الأتربة بمياه عذبة، فإن الأملاح تذوب وتتحرك في مقطع التربة مع حركة الماء. إذا كانت النفوذية جيدة فإن المياه المترشحة تغسل هذه الأملاح مع الزمن، ولا يوجد في هذه الحالة خطر تملح التربة. أما إذا كانت النفوذية ضعيفة

(*) أي كثر فيها الماء وانخفضت نسبة الأكسجين.

والصرف سيئاً، فإن الماء المتلح يتجمع في مقطع التربة ويشكل مع الزمن طبقة مائية مالحة تسهم بدورها في تملح التربة. تزداد سرعة التلح وشدته بازدياد كمية مياه الري التي ترفع الطبقة المائية المالحة باتجاه سطح التربة. في الأشهر الجافة والحارة ينتقل الماء بواسطة الشعيرية ويؤدي إلى تلح مقطع التربة وإلى تشكل طبقة ملحية بيضاء على سطحها.

- يمكن أن يكون الماء الأرضي مالحاً في الأصل، وبعد الري بمياه عذبة أو مالحة، يرتفع مستوى الماء الأرضي مما يؤدي تدريجاً إلى تلح التربة كما شرحنا سابقاً.

- في المناطق القريبة من البحار يؤدي الإقراط في استهلاك الماء الأرضي القريب من السطح إلى غزو مياه البحر للإستعاضة عن الماء المستهلك، وبذلك يتملح الماء الأرضي تدريجاً، ويزداد تلحه بازدياد استهلاك الماء. هذا ويمكن أن تتملح الآبار أيضاً وبذلك تصبح المياه غير قابلة للشرب أو للري وغير مناسبة للاستعمال الصناعي وتكون كذلك سبباً في تملح التربة. نلاحظ هذه الحادثة بوضوح في المناطق الساحلية من الكويت والإمارات العربية المتحدة والعراق.

في حوض النيل حيث النفوذية جيدة وحيث كان فيضان نهر النيل يؤمن غسل الأتربة سنوياً، لم تتملح الأتربة خلال آلاف السنين الماضية منذ بدء الحضارة المصرية القديمة بعكس الأتربة في بلاد ما بين النهرين، ولذلك بقي المصريون يعتمدون في حياتهم على الزراعة المروية irrigated agriculture بواسطة مياه النيل، مما ساعد على تثبيت السكان في منطقة وادي النيل. إلا أن سد أسوان قد حرم الأتربة الزراعية في حوض النيل من الغسل الطبيعي للملوحة الذي كان يتم نتيجة الفيضان السنوي للنيل. ومنذ الستينات ابتدأت تظهر مشكلة الملوحة في وادي النيل مما يتطلب استخدام الأساليب العصرية لمنع تلح الأتربة والمحافظة على خصوبتها.

في المشروع الرائد لري الأراضي في حوض الفرات، أدى تكسر أقنية الري في الأراضي الجنبية إلى ضياع كميات كبيرة من المياه، مما سبب ارتفاعاً فجائياً في مستوى الماء الأرضي وأسهم بالتالي في تملح وغرق التربة، ولقد نتج من ذلك انخفاض ملحوظ في مردود المحاصيل وأضرار كبيرة على أشجار الحور *populus sp.* كما لوحظ أيضاً أن رَي الأراضي المرتفعة أدى إلى تملح الأراضي المنخفضة نتيجة لجريان المياه المتملحة باتجاه الأسفل والذي نتج منه رفع مستوى الماء الأرضي. كما أن زراعة الأرز دون تأمين الصرف أدى أيضاً إلى تملح الأتربة المزروعة بهذا المحصول والأتربة المجاورة لحقول الأرز نتيجة ارتفاع مستوى الماء الأرضي بسبب الري الزائد لحقول الأرز وعدم صرف المياه الزائدة.

لقد بيّنت الأبحاث (kovda, 1961) أنَّ تملح التربة الناتج من ارتفاع مستوى

الماء الأرضي يرتبط بدرجة ملوحة هذا الماء، فكلما ارتفع تركيز الملوحة في الماء الأرضي سبب هذا الأخير تملحاً للتربة وهو على عمق أكبر. وبشكل عام إذا كان تركيز الأملاح في الماء الأرضي بحدود 10-15 غرام/ليتر في المناطق الجافة، فإن العمق الحرج لمستوى الماء الأرضي يتراوح بين 2 و 2.5 متراً. أما إذا كان تركيز الأملاح بحدود 2.1 غرام/ليتر، فإن العمق الحرج لمستوى الماء الأرضي يمكن أن يصل إلى 1.5-1 متر.

وهذا يعني أنه أثناء استصلاح التربة المالحة أو ري الأراضي في المناطق الجافة يجب المحافظة على مستوى الماء الأرضي عند عمق أقل من العمق الحرج.

ج - إن سوء إدارة وسوء استغلال مجمعات المياه watershed management في المناطق الجافة للزراعة المروية يمكن أن يؤدي إلى مشاكل صحية للمواطنين القاطنين في مشاريع الري. ومن المعروف أن الملاريا كانت منتشرة في مناطق الري القديمة في وادي النيل وبلاد ما بين النهرين.

إن سوء إدارة المياه في مشاريع الري يؤدي إلى تشكل برك مياه مستنقعة راكدة مما يشجع انتشار أمراض مرتبطة باستخدام المياه مثل البلهارسيا والملاريا وجمى التيفويد.

إن عدم كفاية الماء المخصص للمواطنين ونقص في النظافة العامة في مشاريع الري، المكتظة بالسكان يشجع انتقال الحمى التيفية والطفيليات المعوية مما يشكل ظروفاً صحية سيئة مزمنة تنعكس على إنتاجية العمل عند المواطنين وعلى راحتهم.

إن مرض البلهارسيا ابتداءً بالانتشار في بعض مشاريع الري في الشرق الأوسط.

جدول - 4 -

أهم الأسباب الفيزيائية والحيوية للتصحر

1 - الماء

- ندرة الأمطار
 - توزيع غير متساو للأمطار
 - عدم إمكانية التنبؤ بسقوط الأمطار
 - سوء استغلال وسوء إدارة مجمعات المياه
 - الإفراط في استغلال الطبقات المائية والمخزونات الثلجية السطحية
- 1 - ندرة الماء

- توزع غير متساو للأمطار
- عدم إمكانية التنبؤ بسقوط الأمطار
- صرف غير كاف للمياه في الأراضي
- جريان سطحي غير مراقب وغير مضبوط لمياه الأمطار

ب - سوء إدارة مياه الأمطار

- نقص في التقنيات
- تسوية غير جيدة
- توزيع غير مناسب للماء
- طرق ري غير مناسبة
- توزيع سيء للأراضي

ج - سوء إدارة الري

- توزيع غير متساو لمياه الأمطار
- عدم إمكانية التنبؤ بسقوط الأمطار

د - جريان سطحي غير مراقب وغير مضبوط لمياه الأمطار

2 - التجربة

1 - إنجراف التربة

- تقلص الغطاء النباتي
- انجراف مطري
- جريان سطحي غير مراقب وغير مضبوط لمياه الأمطار
- ترسب التربة المنجرفة
- تدهور الأتربة
- سوء العمليات الزراعية
- انجراف ريحي
- تصوية التربة
- زوال خصوبة التربة السطحية
- انفسال التربة
- انخفاض قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء

ب - تملح التربة وسوء الصرف

- تملح التربة
- غمر التربة
- الإفراط في الري
- سوء نوعية المياه للري
- غسل غير كاف للتربة المالحة
- سوء إدارة الري
- عدم كفاية صرف المياه
- جريان سطحي غير مراقب وغير مضبوط لمياه الأمطار

3 - النبت (الغطاء النباتي)

1 - تقلص الغطاء النباتي

- زراعة متقللة
- إزالة الغابات
- رعي جائر
- غزو الأعشاب الضارة
- سوء جمع الخشب للوقيد من الغابة
- قطع جائر لأشجار الغابة
- حرائق
- جفاف

الفصل الرابع

4 - العلائم البيئية للتصحُّر

مقدمة

- 1.4 - تدهور النبت الطبيعي
- 2.4 - تدهور الأتربة
- 3.4 - اشتداد الزوابع الترابية
- 4.4 - تأثير التصحُّر في الحياة الحيوانية البرية
- 5.4 - ازدياد الجريان السطحي والانجراف وتشكل السيول
- 6.4 - انخفاض مستوى الماء الأرضي وغزارة الينابيع.

مقدمة

راينا سابقاً أن تهدم الانظمة البيئية في المناطق الجافة وشبه الجافة يؤدي إلى. تغيرات ملموسة في الظروف البيئية التي تتجه أكثر فأكثر نحو الجفاف وتظهر انعكاساتها على الغطاء النباتي وعلى إنتاجية الأراضي والمياه السطحية والجوفية والحياة البرية الحيوانية إلخ...

ونظراً لما لهذه التغيرات البيئية المحلية من أهمية بالنسبة لصيانة الموارد الطبيعية وبالنسبة لحياة المجتمعات البشرية التي تعيش في هذه المناطق أو تتأثر حياتها بها، فقد وجدنا من الضروري التوسع في دراسة هذه التغيرات لإظهار مدى تأثير التصحر في تدهور الطبيعة وإنتاجيتها، وبالتالي تأثيرها في حياة الإنسان.

1.4 - تدهور النبت الطبيعي

يتدهور النبت الطبيعي natural vegetation تحت تأثير سوء الإدارة وسوء الاستغلال، ويحدث هذا التدهور بسرعة أكثر في المناطق الجافة وشبه الجافة مما هو عليه في المناطق شبه الرطبة والرطبة. ويمر التدهور بمراحل تقهقرية عديدة تبعاً لشدة واستمرارية العوامل الهدامة مثل القطع الجائر والفلاحة السيئة والحرائق المتكررة والرعي الجائر إلخ... والنتائج المباشرة لهذا التدهور هي زوال الغطاء النباتي الأصلي والاستعاضة عنه بمجتمعات نباتية ثانوية جافة أقل حماية للتربة وأقل إنتاجاً وتأثيراً في البيئة المحلية. ويتبع ذلك انجراف في التربة وضياع في مياه الأمطار، حتى إذا تابع التدهور عمله، بانث الصخرة الأم بعد زوال التربة زوالاً تاماً واندرس الغطاء النباتي نهائياً.

وسنغطي فيما يلي بعض الأمثلة على تدهور النبت الطبيعي في المناطق الجافة وشبه الجافة من بلاد حوض المتوسط.

1.1.4 - تدهور غابات السنديان العادي *Quercus calliprinos webb* في شرقي المتوسط تحت تأثير القطع السيء والرعي الجائر والحرائق، وقد بيّنت الملاحظات الميدانية أن هذا التدهور يكون سريعاً في الطوابق نصف الجافة.

إن هذه الغابات التي كانت تغطي مساحات كبيرة في الماضي القريب، توجد الآن في حالة متدهورة، كما أن بعضها قد زال نهائياً، لا سيما تلك الواقعة حول التجمعات السكانية والتي وقع عليها ضغط كبير لاستثمار خشب الوقيد ورعي المواشي ولتحويلها إلى أراض لزراعة الأشجار المثمرة أو الخضار أو المحاصيل الحقلية، كما حدث في سلسلة لبنان الشرقية وفي الضواحي المجاورة لمدينة حلب في سوريا وفي الأردن.

تدهور هذه الغابات مارة بعدة مراحل تتميز كل مرحلة منها بتركيب نباتي معين وبخصائص تربة معينة، حتى نصل إلى الصخرة الأم parent material حيث يكون التدهور تاماً، كما هو ظاهر فيما يلي:

إن الغابة الأوجيّة للسنديان العادي تدهور تحت تأثير القطع السيء والرعي الجائر وتغطي دُغَيْلاً أساسه السنديان العادي والبطم الفلسطيني *Pistacia palaestina*.

- وإذا تتابع القطع والرعي يعطي الماكبي بَراحاً lande أساسه الجُزبان *Calycotome villosa* وهو مرحلة نباتات شوكية:

- ومن ثم يعطي بَراحاً أساسه البِلان *Poterium spinosum* وهي مرحلة شوكية أكثر تدهوراً من السابقة. ويرافقه الشوك في المناطق الساحلية الأكثر رطوبة.

- ومع تتابع التدهور وتحت تأثير الرعي وقلع البِلان ينتج مرج جاف أساسه العيصلان *Asphodelus microcarpus* و *Poa bulbosa* وغيرها من النباتات الجفافية.

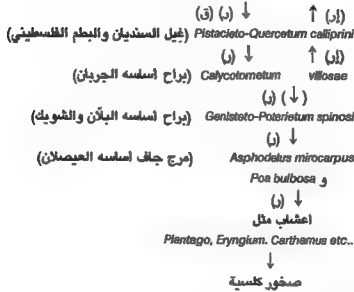
- ومع تتابع الرعي يزول المرج السابق وتغزو الأرض نباتات عشبية.

- وفي النهاية تتعرض التربة للانجراف الكلي وتظهر الصخرة الكلسية الجوراسية. ومن الجدير بالملاحظة أن التربة تتبع مراحل التدهور نفسها فتمر من مرحلة التربة البُنِيّة المتوسطة الغنية بالذِّبال إلى مرحلة الصخر الكلسي القاسي.

وتبيّن فيما يلي مراحل هذا التدهور تحت تأثير العوامل الهدامة:

تدهور غابة السنديان العادي
(نحال، 1961)
Quercetum calliprini aloquitatea Nahal

(الغابة الأوجية)



(ق): قطع: (إ) اقتلاع
(د): رعي: (إ) إيقاف الرعي

2.1.4 - تدهور غابات البطم الأطلسي *pistacia atlantica dest* في منطقة مراعي البروج في المملكة المغربية حيث يبلغ متوسط الأمطار السنوية 307 مم ويكون الشتاء دافئاً (حسب سنكري، 1977)، وتتم بالمراحل التقهقرية التالية:

الغابة الأوجية

وتكون مؤلفة أساساً من الأنواع التالية:

Pistacia atlantica, *Olea oleaster*, *Rhus oxycantha*, *Rhamnus oleoides*, *Hyparrhenia hirta*, *Dactylis glomerata*

المرحلة التدهورية الأولى

وتكون مؤلفة أساساً من الأنواع التالية:

Rhus oxycantha, *Rhamnus oleoides*, *Hyparrhenia hirta*, *Salsola vermiculata*, *Stipa tortilis*, *Mothisia parviflora*, *Medicago truncatula*, *Paronychia argentea*, *Aristida sp.*

المرحلة التدهورية الثانية

وتحتوي هذه المرحلة على العديد من نباتات المرحلة التدهورية الأولى مع بقاء قليل من *Salsola vermiculata* و *Rhamnus oleoides*، كما تتميز بظهور السدر *Zizyphus lotus*.

المرحلة التدهورية الثالثة

وهي تتألف أساساً من الأنواع التالية:

Zizyphus lotus, *Asphodelus microcarpus*, *Thymus maroccanus*, *Chamaerops humilis*, *Atractylis cancellata*, *Asparagus stipularis*, *A. albus*, *A. echinus*, *Eryngium illicifolium*, *Echium* sp..

بالإضافة إلى عدد من الحوليات المتوسطة أو القليلة القيمة.

المرحلة التدهورية الرابعة

تتميز هذه المرحلة المتقدمة من التدهور بزيادة الأنواع الشوكية بشكل كبير وينقص كبير في أعداد وكثافة الحوليات الجيدة والمتوسطة مع زيادة الأنواع السامة. إذا استمر التدهور فإن التربة تتعري نهائياً ويذول الغطاء النباتي زوالاً تاماً.

3.1.4 - تدهورت غابات البطم الأطلسي *Pistacia atlantica* Dest. في المناطق الداخلية في القطر العربي السوري، لا سيما في جبال عبد العزيز وجبال البلعاس والتي كانت لا تزال في حالة جيدة منذ أقل من قرن، ولم يبق منها إلا بعض أشجار متفرقة على جوانب مجاري السيول، كما أن هذه الأشجار الباقية تجرفها السيول بحيث إن معالم غابات البطم أخذت تندثر من القسم الأكبر من هذه الجبال.

4.1.4 - إن منطقة السنجكاية في السودان كانت حتى عام 1908 مؤلفة من غابات كثيفة أساسها شجرة العَرْد *Albizia cericocephala* والصبوب *Anogeis* *sus leyocarpus* والصباغ *Terminalia browni* (حسب Booth, 1965) كما اختيرت هذه المنطقة لإنشاء مناشئ لاستغلال هذه الغابات.

أما في الوقت الحاضر فإنها تعتبر من أكثر المناطق افتقاراً إلى الخشب المستدير الذي يُستعمل في بناء المساكن الريفية. وقد حصل تبدل في تركيب هذه الغابات بحيث انخفض عدد الأشجار السابقة الذكر وازداد انتشار أنواع أخرى مثل أشجار السنط العسلي *Acacia mellifera* والمقل *Commiphora africana* في الأتربة الغضارية والهشاب *Acacia senegal* والهبيل *Combretum* sp.

5.1.4 - بينت الأبحاث (Le Houérou, 1968, 1969) أن النبت الحراجي الذي كان يغطي الثلاثة والنجد في شمال افريقيا قد تدهور منذ بدء الفترة التاريخية معطياً، نتيجة سلسلة من التطورات، أنظمة بيئية جفافية بطحائية. فقد تحولت الغابات المؤلفة أساساً من *Pious* و *Juniperus* و *Tetraclinis* بتدهورها الى غيل أساسه *Rosmarinus officinalis* و *Stipa tenacissima* ومن ثم إلى بطحاء جافة مع ازدياد عدد أنواع *Artemesia*.

يبين المثال التالي تدهور غابة الصنوبر الطبي والعرج الفينيقي في الطابق الجاف في شمال افريقيا (in Le Houérou, 1980) على الشكل التالي:

الغابة الاصلية:

مؤلفة أساساً من *Juniperus phoenicea* و *Pinus halepensis*.

- بعد الحريق والرعي، تدهور الغابة الاصلية مُعطية غيلاً أساسه:

Juniperus phoenicea, *Rosmarinus officinalis*, *Cistus libanotis*

- مع تتابع الحريق والرعي تنتج بطحاء steppe مؤلفة أساساً من:

Stipa tenacissima, *Artemesia herba alba*

- ومن ثم بطحاء مؤلفة من:

Artemesia herba alba, *Poa bulbosa*

- ومن ثم

Peganum hamala, *Thapsia garganica*, *Ferula sp.*, *Poa Bulbosa*

2.4 - تدهور الأتربة

- إن تدهور الغطاء النباتي في مناطق المراعي الطبيعية والحراجية يرافقه باستمرار تدهور موانئ للتربة، ينعكس على خواصها الفيزيائية والكيميائية والحيوية.

إن تقلص الغطاء النباتي والتخثر الذي يطرأ على الأنواع النباتية المكونة للمجتمعات النباتية، يؤديان إلى تعرية التربة عن طريق الانجراف المطري والريحي وإلى زوال المادة العضوية. فتتخفف تدريجاً من جراء ذلك قدرة التربة على الإنتاج الخشبي والرعي، حتى إذا استمر التدهور، تتجرف التربة بكاملها وتظهر الصخرة الأم. وفي هذه الحالة القصوى من التدهور، لا يوجد أي أمل بتحسين الوضع لا

سيما إذا كانت الصخرة الأم قاسية.

في الأراضي الرملية يظهر تدهور التربة بتحريك الرمال مشكّلةً كتّابناً رملية باتجاه الرياح السائدة، فتغزو الأراضي الزراعية والقرى والمدن مسببة مشاكل اقتصادية واجتماعية وعمرانية لا بد من إيجاد الحلول الناجعة لها من طريق تثبيتها. إن هذه الظاهرة من الرمال المتحركة بعد زوال الغطاء النباتي تعتبر من النتائج الرئيسية للتصحّر في بعض الدول العربية لا سيما في ليبيا وفي الإمارات العربية المتحدة وفي السودان وفي المملكة العربية السعودية.

في السهول الواسعة المتدهورة والمعرضة لهبوب الرياح تنجرّف التربة تدريجاً بينما تبقى الحجارة في مكانها. مما يؤدي إلى تشكّل أفق سطحي غني جداً بالحجارة، كما هو ملاحظ في مناطق عادية من البادية في سوريا والأردن.

- في مناطق الزراعة المطرية تتدهور الأتربة عن طريق الحرّاة العميقة وكذلك عن طريق التعقيم السطحي للأتربة مما يجعلها أكثر استجابة للانجراف الريحي والمطري لاسيما في السهول الواسعة المعرضة للرياح وعلى المنحدرات. فتتخفّض خصوبتها وقدرتها على إنتاج المحاصيل.

في مناطق الزراعة المروية يتجلّ التصحر بازدياد ملوحة التربة وانخفاض نفوذيتها في الأتربة الثقيلة. إن هذا النمط من التصحر هو أشدّها خطراً إذ إن عملية اصلاحه تتطلب جهوداً وأموالاً كبيرة. والنتائج المباشرة هي انخفاض الإنتاج الزراعي مقارنة مع الأتربة غير المتملحة.

يظهر تملّح الأتربة في جميع مشاريع الري في الدول العربية دون استثناء ويشكّل خطراً كبيراً على هذه المشاريع، لاسيما من حيث النتائج الاجتماعية والاقتصادية المتوقعة منها.

3.4 - اشتداد الزوابع القرابية

يؤدي تدهور الغطاء النباتي وتدهور التربة في المناطق الجافة وشبه الجافة إلى جرف الطبقة السطحية الناعمة والجافة من التربة بواسطة الرياح، لا سيما في الأراضي المزروعة الواسعة المعرضة لهبوب الرياح، مما يسبب تشكّل زوابع قرابية أو زوابع من القبار تنتقل إلى مسافات كبيرة بعيدة عن منشئها. إن هذه الزوابع القرابية تخفّض من خصوبة الأتربة نتيجة ضياع الطبقة السطحية الخصبة، كما تسبب إزعاجاً لسكان المناطق المتدهورة وحتى أمراضاً مثل ذات الرئة.

كما لوحظ ذلك في الولايات المتحدة الأمريكية في مناطق السهول الكبرى *great plains* في الثلاثينات (عن Eckholm E.P., 1976).

وقد لوحظ أن ازدياد هذه العواصف من الغبار قد رافق عملية التصحر في كل المناطق المعرضة له، وأن كل التقارير والدراسات التي قدمت إلى المؤتمر الدولي المعني بالتصحر والذي عقد في نيروبي عام 1977، قد ذكرت هذه الظاهرة التي أصبحت من المعالم الأساسية للمناطق المتصحرة.

في منطقة الشرق الأوسط، أصبحت هذه الزوايا من الغبار مألوفة جداً في مناطق البادية والمناطق المجاورة لها حيث تغزوها بشدة خلال الفصول الجافة. هذا وإن زوبعة من الغبار صادرة من البادية السورية في صيف عام 1962 اجتازت سهول حلب وسهل الغاب ومرت فوق الجبال الساحلية السورية بشكل غيوم كثيفة داكنة مرتفعة ووصلت إلى المدن الساحلية حيث حطت فوق بيوتها وبساتينها وطرقاتها.

إن الزوايا الترابية الداكنة التي تغطي السماء وتحجب الشمس لم تعد شيئاً غريباً في المناطق الداخلية الشرقية من القطر السوري. هذا وإن مدينة حلب تتعرض باستمرار لزوايا ترابية خلال فصل الجفاف.

في 12 أيار (مايو) من عام 1934 غطت سماء مدينة نيويورك في الولايات المتحدة الأمريكية غيوم سوداء داكنة من الغبار حجب الشمس خلال خمس ساعات، ونفس الغيوم من الغبار الكثيف غطت سماء واشنطن وبشكل لم تر المدينة له مثيلاً في تاريخها. كما أن كل الشواطئ الشرقية من الولايات المتحدة الأمريكية ظهرت مغطاة بضباب كثيف من الغبار يحتوي على 350 مليون طن من التربة الخصبة صادرة عن السهول الكبرى. ويذكر أن السفن التي كانت تبعد 300 ميل عن الشاطئ قد تأثرت بهذا الغبار.

وعند هدوء الرياح، تغطت نصف الولايات المتحدة بطبقة رقيقة من الغبار. وإن مدينة شيكاغو القريبة من مصدر الغبار تغطت بأكثر من 12 مليون طن من التربة.

وقد دلت الدراسات أن هذه الزوايا الترابية ناتجة من التدهور الشديد الذي حصل للغطاء النباتي والتربة في منطقة السهول الكبرى نتيجة سوء استغلالها وتحولها إلى أراضٍ زراعية تُفْلَح بالآلات الحديثة في مناطق هامشية من حيث الأمطار، ويفضل من الناحية البيئية تركها مناطق مراعي طبيعية (عن Eckholm, 1976). إن هذه الزوبعة الترابية التي حدثت عام 1934 في الولايات المتحدة الأمريكية والزوايا الأخرى التي تبعثها، قد نبهت الأمريكيين إلى خطورة الأساليب المتبعة في استغلال المناطق الجافة وشبه الجافة، بحيث تتحول معظم أراضيهم إلى

أشياء صغار. وقد قام اختصاصيو صيانة التربة بدور كبير بعد هذا الحادث، ونتج من ذلك في عام 1935 تشكّل أول «دائرة لصيانة التربة» في الولايات المتحدة الأمريكية وفي العالم، هدفها إجراء الدراسات وتطبيق الأساليب التقنية المناسبة لحماية التربة والمحافظة على خصوبتها.

وفي الاتحاد السوفياتي، أدى سوء استغلال الأراضي في المناطق المعروفة تحت اسم الأراضي العذراء إلى تدهورها وإلى تنشيط زواجر الغبار. وقد سبب ذلك اهتماماً خاصاً من قبل الدولة لتحسين التقنيات المتبعة في زراعة هذه الأراضي، لا سيما ابتداء من عام 1965 بهدف حماية التربة الزراعية من الانجراف الريحي ورفع خصوبة التربة وزيادة الإنتاج الزراعي.

4.4 - تأثير التصحر في الحياة الحيوانية البرية

إن التدهور الشديد في بيئة المناطق الجافة وشبه الجافة نتيجة تدهور وزوال الغطاء النباتي، بالإضافة إلى الصيد الجائر للحيوانات، قد أدى إلى اضطراب كبير في الحياة الحيوانية البرية في هذه المناطق بسبب تغيّر الظروف البيئية والمعيشية الملائمة لبعض الحيوانات البرية واختزال الأراضي الصالحة لمعيشتها.

ففي منطقة شرقي المتوسط دلّت الدراسات (Mouterde, 1966) أن كثيراً من الحيوانات التي كانت تعيش فيها قد انقرض أو هو في طور الانقراض. كما أن الباقي هو في اختفاء سريع، وقد ظهر ذلك بوضوح خلال الربع الأخير من القرن الماضي.

وقد بيّن Mouterde أن الأسد *Felis leo* كان موجوداً حتى القرن الثاني عشر على ضفاف نهر الفرات، وكذلك الدب السوري *Ursus syriacus*، انقرض من لبنان وسوريا وخاصة بالقرب من النهر الكبير في عام 1927 وكذلك في جبل الشيخ (جبل حرمون) إلا أنه لا يزال موجوداً في شمال العراق بأعداد قليلة. وبالطريقة نفسها اختفى الوعل *Cervus elohpus moral* والإيل *Dama dama mesopotamica*. ويعتقد أن الفيل السوري *Elephas syriacus* قد اختفى من المنطقة قبل الميلاد. إن الغزال *Gazella arabica* هو في طور الانقراض في البادية السورية، حيث لم يبق منه إلا عدد محدود.

إن المهى أو البقر الوحشي *Oryx leucoryx* الذي كان من الحيوانات المميزة لشبه الجزيرة العربية قد اندثر في كثير من المناطق ولم يبق منه إلا قطعان محدودة. وقد بيّن (نادر، أياد عبد الوهاب 1972) أن المهى كان موجوداً في العراق إلى وقت قريب

في الصحراء الجنوبية الغربية غرب وجنوب نهر الفرات، لكنه اختفى في هذه المنطقة في بداية القرن الحالي. وكذلك كانت الأسود موجودة في العراق في جبال زاكروش وبكثرة خلال القرن التاسع عشر. ويذكر (Halt, 1959) أن آخر أسد قتل في العراق خلال الحملة البريطانية بين 1916-1918.

5.4 - ازدياد الجريان السطحي والانجراف وتشكل السيول

وجدنا سابقاً أن تدهور الغطاء النباتي على المنحدرات في المناطق الجافة وشبه الجافة يؤدي إلى تعرية التربة تدريجياً وإلى زوال المادة العضوية التي تقوم بدور هام في تحسين بنية التربة وفي زيادة نفوذيتها لمياه الأمطار. لذا فإن الانخفاض التدريجي في نسبة المادة العضوية في التربة يجعلها أكثر استجابة للانجراف المطري، فتأخذ مياه الأمطار بالسيلان لقلّة نفوذها داخل التربة وتشكّل أخاديد صغيرة على الأراضي الطرية، لا تلبث أن تتعمق وتتسع مع ازدياد تدهور الغطاء النباتي وازدياد الانجراف، مما يؤدي إلى ضياع مياه الأمطار في هذه الأخاديد وتجمعها في مجرى رئيسي مشكّلة سيولاً.

في الأتربة ذات القوام السليقي، تتفرق العناصر الناعمة بسرعة بسبب القطرات المطرية، ويؤدي ذلك إلى انسداد سريع لمسام التربة السطحية، وبالتالي إلى انخفاض شديد لنفوذيتها، وإلى زيادة الجريان السطحي لمياه الأمطار بحدود 80% أو أكثر.

فقد دلت بعض الدراسات في تشاد (عن Le Houérou) أن هذا الانسداد لمسام التربة يزداد بنمو مستعمرات من الطحالب الزرقاء الصغيرة، فصيلة *Cyanophyceae* من الجنس *Scytonema*. إن القشرة الرقيقة التي تكونها هذه الطحالب تجعل التربة كثيفة تقريباً، مما يسهل الجريان السطحي لمياه الأمطار وتغذية السيول.

وبالإضافة إلى ذلك فإن البيئة المحلية تصبح شديدة الجفاف، مما يؤدي إلى هلاك جماعي لأنواع المستديمة، لا سيما الأشجار والشجيرات. وبزوال هذه العوائق يتسارع الجريان السطحي أكثر فأكثر.

إن زوال الغطاء النباتي وتدهور الأتربة في جبال البادية السورية أدّى إلى ازدياد شدة السيول فيها، إذ يلاحظ أن الأمطار تترافق دائماً مع تشكل السيول إلى درجة تصبح معها بعض الطرقات غير سالكة بعد الأمطار.

يتميّز المناخ المتوسطي بطبيعة زخّات المطرية القوية المركزة في أشهر محددة من الأيام وفي أشهر معينة من العام، لا سيما الزخات المطرية الرعوية التي تهطل خلال فصل الخريف بعد فصل طويل جاف، خالٍ من الأمطار تقريباً.

عندما تسقط هذه الزخات المطرية بشدة تتراوح بين 100 و 200 مم في الساعة على أتربة عارية ومنحدرة، فإنها تعتبر عاملاً هاماً في الانجراف. وقد أجريت دراسات شرقي شمالي افريقيا بهذا الخصوص عن طريق الصور الجوية للرسوبيات المتجمعات حول السدود على فترات زمنية متباعدة، وعن طريق حساب هجوم الرسوبيات المتراكمة خلال فترة زمنية معينة. وقد بينت دراسات ما يلي: (Le Houérou, 1959):

- أن نسبة الانجراف تتناسب عكساً مع نسبة الغطاء الحراجي.
- أن نسبة 60 إلى 70% من الانجراف السنوي يحدث من أيلول (سبتمبر) إلى تشرين الثاني (نوفمبر).
- أن نسبة الانجراف هي أكبر بخمسين مرة على الأتربة العارية منها على الأتربة المغطاة بغطاء حراجي جيد (مع تساوي الشروط الأخرى)، بينما تكون نسبة الجريان السطحي لمياه الأمطار أكبر بخمس مرات في الحالة الأولى منه في الحالة الثانية.
- أن نسبة الانحناات السحج abrasion في أحواض مساقط المياه الصغيرة المخرجة في شمال افريقيا تتراوح بين 2 و 3 طن/هكتار/سنة، بينما تصل إلى 20 طن هكتار في الأحواض المتدهورة التي فقدت غطاءها الحراجي والمؤلفة من أراض مارنية وكلسية مارنية.

وفي بعض أحواض مساقط المياه الكبيرة المتدهورة التي فقدت غطاءها الحراجي، وبانت الصخور الأم الطرية من المازن والكلس المارني، تصل كمية المواد المنجرفة إلى أرقام مرتفعة جداً، بين 30 و 50 طن/هكتار/سنة.

- أن قيمة التدفقات الصلبة solid flux للجاري المياه تقارب عادة 50 كغ/مم²، إلا أنها تستطيع أن تصل إلى 3-4 أضعاف هذا الرقم خلال الأمطار الخريفية القوية. وقد بين (Greco, 1966) أن الجزائر تفقد نتيجة الانجراف المطري ما يعادل 40,000 هكتار من الأتربة الزراعية في العام، أي ما يعادل 0.06% من المساحة الزراعية.

6.4 - انخفاض مستوى الماء الأرضي وغزارة الينابيع

يرافق الجريان السطحي لمياه الأمطار على المنحدرات وتشكل السيول انخفاضاً ملحوظاً في مستوى الماء الأرضي وفي غزارة الينابيع.

الفصل الخامس

5 - النتائج الاقتصادية والاجتماعية للتصحر

1.5 - انخفاض إنتاجية الأنظمة البيئية المتصحرة

2.5 - تأثير التصحر في الحياة الاجتماعية

3.5 - النتائج الاقتصادية للتصحر:

1.3.5 - تأثير التصحر في حجم الموارد الزراعية

2.3.5 - تأثير التصحر في بنية الموارد الزراعية

للتصحر نتائج اقتصادية مباشرة وغير مباشرة تنعكس على الفرد في المجتمع وعلى الدولة وعلى الإنسانية جمعاء. وسوف نبين أهم هذه النتائج من خلال بعض الأمثلة:

1.5 - انخفاض إنتاجية الأنظمة البيئية المتصحرة

تنخفض إنتاجية الأنظمة البيئية الطبيعية أو الزراعية المتصحرة أو التي في طور التصحر، سواء كانت مراعيّ طبيعية أو غابات أو أراضي مزروعة، وينعكس ذلك على حياة الفرد والمجتمعات التي تعتمد على استغلال هذه الأنظمة اعتماداً رئيسياً.

يؤدي التصحر إلى انخفاض إنتاجية الأراضي المزروعة بالحبوب في المناطق الهامشية والجافة. وبالرغم من أن الاحصائيات تدل على أن إنتاج الحبوب قد ارتفع خلال فترة الخمسة عشرة سنة الماضية في دول غربي آسيا، إلا أن هذا يعود إلى زيادة مساحة الأراضي المزروعة وزيادة المساحة المروية. والواقع أن إنتاج الهكتار من الحبوب في منطقة الزراعة المطرية، وخاصة الهامشية، قد انخفض بوضوح، ويبدو ذلك جلياً في الفترات الشديدة الجفاف التي تتعاقب على المنطقة بانتظام.

- وبالإضافة إلى ذلك فإن تدهور البيئة الرعوية يتجلى بانخفاض إنتاجية قطعان الأغنام وغيرها من الحيوانات وبالتالي انخفاض إنتاج اللحوم والحليب.

- يُبين الجدول - 5 - أثر تدهور الغطاء النباتي في إنتاجية المراعي تبعاً لشدة السري في الجزائر، وهو يوضح انخفاض الإنتاج في حدود 1 إلى 4 بين المناطق المحمية والمناطق المعرضة لسري جائر.

جدول - 5 -

- إنتاج المراعي في منطقة حضنة Hodna في الجزائر
(Le Houérou et Ol 1974 عن)

مرعى (اسمها <i>Salsola vermiculata</i> و <i>Anabasis onopodiorum</i>)						نوع المرعى
وعى جائز (راس غنم لكل 3 هكتارات)		وعى خفيف (راس غنم لكل 8 هكتارات)		منطقة محمية		المعالجة
الغطاء النباتي الهوائي %	الغطاء النباتي الهوائي %	الغطاء النباتي الهوائي %	الغطاء النباتي الهوائي %	الغطاء النباتي الهوائي %	الغطاء النباتي الهوائي %	
515	3	850	5	2088	25	

* الكتلة النباتية الهوائية تقدر بالكيلوغرام من المادة الجافة في الهكتار

- يبين الجدول - 6 - انخفاض إنتاج المراعي بين المناطق الرعوية المحمية والمناطق ذات الرعي الجائر في منطقة قابس في جنوب تونس.

جدول - 6 -

إنتاج المراعي في منطقة قابس في جنوب تونس
(حسب Floret et Pontanier, 1974)

مرعى (اسمها <i>Rantherium suaveolens</i> و <i>Stipa lagascae</i>)			نوع المرعى
مرعى متوسط الجودة حمولة متوسطة	مرعى بحقل جيدة حمولة خفيفة	منطقة ذات رعي جائز حمولة عالية	
8 614	25 1088	4 415	- الغطاء % - الإنتاج الكلي مقدراً بالكيلوغرام من المادة الجافة بالهكتار والسنة - الإنتاج القابل للاستهلاك مقدراً بالكيلوغرام من المادة الجافة بالهكتار والسنة - الإنتاج القابل للاستهلاك بالطن لكل ماعز من الأنظار مقدراً بالكيلوغرام من المادة الجافة بالهكتار وفي السنة (1974-1973)
483	820	293	
1.57	2.61	0.78	

- لقد دلت الإحصائيات الحكومية في السودان أن الأراضي المزروعة في منطقتي درغور وكردفان قد ازدادت من 300 ألف هكتار إلى مليون وخمسمائة ألف هكتار بين 1960 و 1973، ولكن في الوقت نفسه انخفض المردود بحدود 75%.

- إن تدهور الغابات في المناطق الجافة يؤدي إلى انخفاض إنتاجيتها بشكل واضح.

فمثلاً، في البلاد المتوسطة تتراوح قيمة الكتلة الحية الهوائية biomasse aérienne بين 100 و 150 طن/هكتار للغابات الناضجة، بينما تنخفض في الغيل maquis إلى 30 طن/هكتار وأقل (10 طن/هكتار في ماضي *Quercus coccifera* حتى تصل إلى طن واحد في المجتمعات النباتية المتدهورة، مثل مروج *Brochypodium ramosum* في جنوب فرنسا. وهذا يعني أن تدهور الغابات قد أدى إلى خفض قيمة الكتلة الحية الهوائية بنسبة 1 إلى 100.

2.5 - تأثير التصحر في الحياة الاجتماعية

1.2.5 - عدد السكان وفرص العمل

إن الازدياد السريع لعدد السكان في المنطقة العربية، لا سيما في المشرق العربي، قد شجع على التوسع في مساحة الأراضي المزروعة بالحبوب، وبخاصة القمح، على حساب أراضي المراعي الطبيعية القليلة الأمطار، وساهم إلى حد كبير في علميات التصحر المتسارع في هذه المنطقة. وقد تجلّى التصحر المتسارع خلال السنوات العشرين الماضية بهجرة متسارعة لسكان الريف والرعاة والبدو إلى المدن طلباً للرزق ورغبة في حياة أفضل بعد أن خفّ إنتاج الأرض وتحول جزء من الأراضي إلى أشباه صحار. ونتج من هذه الهجرة تزايد الضغط على المدن أكثر مما تستطيع تحمله، كما نتج أيضاً ازدياد في عدد سكان المدن أكثر من الازدياد في عدد سكان الريف خلال هذه الفترة. وبالرغم من انخفاض عدد سكان الريف بالنسبة لمجموع سكان البلد بسبب الهجرة إلى المدن فإن العدد المطلق لسكان الريف ازداد خلال هذه الفترة نظراً للازدياد العام في عدد السكان في كل دول المنطقة، وقد أدى ذلك إلى زيادة الضغط على البيئة الريفية في المناطق الهامشية، وكان من نتائجها غير المباشرة بقاء الطرق التقليدية الزراعية مع ما يرافقها من انخفاض في المردود الزراعي.

إن عدد سكان البدو والرعاة ظلّ يرتفع في منطقة المشرق العربي حتى قبل عشر سنوات خلت، ثم بدأت بعد ذلك الهجرة إلى المدن. وقد أدى ذلك إلى ازدياد الضغط

على المراعي الطبيعية وساعد على تسارع تدهورها وانخفاض إنتاجيتها الى درجة أن الفترات الشديدة الجفاف التي حدثت في المنطقة كان لها تأثير سيء جداً في الحياة الاجتماعية والاقتصادية لمجتمعات البدو والرعاة في بعض الدول مثل سوريا والاردن.

إن تدهور إنتاجية المراعي والكوارث الاجتماعية والاقتصادية التي رافقته خلال الفترات الشديدة الجفاف كانت من أهم العوامل التي شجعت هجرة البدو إلى المدن وخاصة من فئة الشباب لانخفاض فرص العمل أمامهم في بيئتهم الأصلية. إن هذه الهجرة كانت تحدث بصورة إفرادية أكثر منها جماعية، وكان لها كبير الأثر على الحياة الاجتماعية والاقتصادية لقبائل البدو.

2.2.5 - توزيع الدخل

في البلاد غير النفطية يبلغ الدخل المتوسط للفرد في المدينة مرتين الى خمس مرات الدخل المتوسط للفرد في الريف. أضف إلى ذلك أن دخل الفرد في الريف متقلب جداً وخاصة في مناطق الزراعة المطرية الهامشية حيث يرتبط الدخل بالأمطار. لقد أصبح من الثابت أن استمرار تدهور البيئة الريفية ومنطقة المراعي الطبيعية كان من أهم الأسباب المسؤولة عن إفقار البدو والرعاة والمزارعين في المناطق الجافة والهامشية. ومع ذلك فقد دلت الدراسات الجارية في المنطقة أن دخل المزارعين والبدو والرعاة يمكن أن يرتفع من 50 إلى 100% إذا أدخلت التحسينات المناسبة على إدارة واستغلال المراعي الطبيعية والأراضي الزراعية.

3.2.5 - تبدل نمط تنقل الرعاة

في الماضي كان يتم تنقل الرعاة تبعاً لنمط محدد: بشكل حركة دائرية من منطقة رعوية إلى أخرى أو من منطقة المراعي الطبيعية إلى منطقة الأراضي المزروعة لرعي بقايا المحاصيل أو من الجبال نحو الأودية. لقد أدّى التصحر المتسارع في المنطقة إلى نمط آخر من التنقل متمشياً مع تدهور الأراضي و«نحف الصحراء». إن حفر الآبار في البادية لتأمين الشرب للإنسان وللحيوان سبب تجمع البدو مالكي القطعان حول هذه الآبار حيث كانت تؤمن لهم الرعاية الطبيعية. ونتج من ذلك زيادة عددهم وزيادة ضغطهم على البيئة المجاورة. إن وجود هذه الآبار قد شجع أيضاً اتساع الزراعة المطرية على حساب المراعي الطبيعية وخلق نوعاً من النزاع بين الرعاة والمزارعين.

3.5 - النتائج الاقتصادية للتصحر

للتصحر تأثيرات واضحة في الاقتصاد الزراعي تتجلى فيما يلي:

1.3.5 - تأثير التصحر في حجم الموارد الزراعية

١ - خسارة الأراضي القابلة للزراعة: بيّنا فيما سبق كيف أن التصحر يرافقه تدهور شديد في خصوبة التربة وتعرضها للانجراف الريحي والمطري، وفي الحالات المتقدمة من التدهور تظهر الصخرة الأم على السطح مما يؤدي إلى خسارة هذه الأتربة للإنتاج الزراعي أو الرعوي أو الحراجي. إن هذه الخسارة في الأتربة لا تنعكس فقط على حياة الفرد الاقتصادية فقط، وإنما لها تأثير واضح في الاقتصاد القومي نظراً للضرر الذي يصيب أحد الموارد الطبيعية الأساسية في البلد وهو «الأرض». إن الأمثلة كثيرة على ذلك في كل المنطقة العربية. ففي الأغوار الجنوبية من الأردن أدّت السيول القوية والفيضانات إلى خسارة أكثر من 1100 هكتار (حسب العلم ومستقبل الصحارى العربية 1975) من الأراضي القابلة للزراعة من أصل 5400 هكتار بين 1958 و 1965، أي بحدود 150 هكتاراً تقريباً كل سنة. وكذلك في سوريا والعراق، فإن مساحة الأراضي الزراعية المفقودة سنوياً، نتيجة التملح والانجراف وتدهور الخصوبة، كبيرة إذا قورنت بالمساحة الكلية للأراضي المزروعة. وقد لوحظ في سوريا أن 600 ألف هكتار من الأراضي المزروعة قد تركت أو عادت للرعى خلال الفترة الواقعة بين 1961-1965 و 1971-1975، أي 10% تقريباً من المساحة الكلية للأراضي الزراعية في البلد. ومن الجدير التنبيه إليه أن هذا التبدل يعود جزئياً إلى القانون الذي يُحظر حراثة الأراضي في المناطق التي تقل أمطارها السنوية عن 200 ملم، والذي كان من نتائجه عودة بعض الأراضي المزروعة إلى المراعي الطبيعية. وفي العراق لوحظ انخفاض في مساحة الأراضي الزراعية من 6.5 مليون هكتار في 1956 إلى 4.8 مليون هكتار في 1961-1965 (F.A.O. Production year book). كما لوحظ أيضاً انخفاض مساحة الحراج من 1.9 مليون هكتار في 1961-1965 إلى 1.58 مليون هكتار في 1971-1974. هذا وقد بيّنت الدراسات أن ثلث مساحة المراعي الطبيعية الجيدة في منطقة غرب آسيا قد تدهور نتيجة زراعة الحبوب في المناطق التي تقل أمطارها عن 200 ملم. كما دلت التقديرات (حوالي عام 1950) أن 60% من الأراضي الزراعية في سهل ما بين النهرين الجنوبي في العراق كانت مصابة بالتملح نتيجة سوء الري والصرف. كما أن 20-30% من هذه الأراضي لم يعد صالحاً للزراعة وترك نهائياً. هذا وإن مساحة إضافية من الأراضي تقدر بواحد بالمئة تضيع سنوياً نتيجة التملح الزائد.

ب - حجم القطعان: يؤدي تقلص رقعة أراضي المراعي الطبيعية بسبب التصحر

إلى ازدياد عدد الحيوانات بالنسبة لإمكانية تحمل البيئة. فقد لوحظ في قطر والعراق والمملكة العربية السعودية وسوريا ازدياد قطيع الحيوانات بحدود 40-50% بين الفترة 1961-1965 و 1971-1975، وهذا يعطي فكرة عن مدى الضغط الذي أصاب المراعي الطبيعية في هذه الدول. كما يلاحظ أنه في الفترات الجيدة الأمطار، يميل ملاك القطعان إلى زيادة عدد الحيوانات دون أن تؤخذ بالحسبان الفترات الشديدة الجفاف التي تتناوب عادة مع الفترات الجيدة الأمطار، والتي تؤدي دوماً إلى خسارة كبيرة في الحيوانات نتيجة نقص في الغذاء والماء، كما حصل في سوريا بعد ثلاث سنوات متتالية من الجفاف من 1958 إلى 1960 حيث انخفض عدد الأغنام إلى النصف تقريباً، من 5.9 مليون رأس في 1958 إلى 2.9 مليون رأس في 1961.

2.3.5 - تأثير التصحر في بُنية الموارد الزراعية

1 - بنية استعمال الأراضي: دلّت الإحصائيات أنه خلال السنوات الثلاثين الماضية حدث تراجع في بلاد المشرق العربي في مساحة الأراضي الحراجية وأراضي المراعي نظراً لازدياد الأقبال على الزراعة وبخاصة الحبوب. وهكذا فإن المساحة المزروعة بالقمح قد تضاعفت بنهاية الخمسينات بالنسبة لما كانت عليه خلال الحرب العالمية الثانية أو بعدها بقليل، بينما أصبحت ثلاثة أضعاف في سوريا. إن التوسع بزراعة القمح والشعير في المناطق القليلة الأمطار قد يكون مفيداً بالنسبة للمزارعين المغامرين على المدى الطويل بالرغم من التغيرات الشديدة في الأمطار السنوية، إلا أن هذه الزراعة ضامرة جداً على المستوى القومي نظراً لتدهور خصوبة الأراضي.

ب - بنية القطعان: إن تدهور المراعي الطبيعية يؤدي إلى تغيرات في أنواع حيوانات الرعي. وهكذا فإن بعض المناطق الرعوية التي كانت ملائمة للأغنام والأبقار قد تدهورت بحيث لم تعد تصلح إلا لرعي الماعز ثم لرعي الجمال وذلك قبل أن تتحول إلى أشباه صحار.

الفصل السادس

6 - وسائل مكافحة التصحر

مقدمة: المبادئ الأساسية التي يجب أن تركز عليها مكافحة التصحر

- 1.6 - المحافظة على الغطاء الحراجي وتحسينه
- 2.6 - المحافظة على المراعي الطبيعية وتحسينها
- 3.6 - صيانة التربة والمياه
- 4.6 - الإدارة المتكاملة لأحواض مساقط المياه

مقدمة

المبادئ الأساسية التي يجب أن تركز عليها مكافحة التصحر

- إن الهدف المباشر لمكافحة التصحر هو منع التصحر أو وقف اندفاعه واستصلاح الأرض المتصحرة واستعادة إنتاجيتها حيثما أمكن ذلك.

- أما الهدف النهائي فهو إحياء خصوبة الأرض والمحافظة عليها في حدود الإمكانات البيئية في المناطق الجافة وشبه الجافة وشبه الرطبة وغيرها من المناطق المعرضة للتصحّر بهدف رفع مستوى معيشة سكانها. لذلك فإنه يجب أن تستند مكافحة التصحر على المبادئ الأساسية التالية:

أ - لا توجد حلول سريعة لمشكلة التصحر، إلا أن هذه المشكلة ملحة في العديد من المناطق في العالم، وهي تتطلب التقويم والمراجعة المستمرين والتخطيط البعيد المدى والإدارة الرشيدة على كل المستويات، بتدعيم يوفره التعاون الدولي. هذا ويجب أن تبتدئ هذه البرامج دون إبطاء، حتى ولو كانت طويلة الأجل.

ثمة حلول تقنية متاحة حالياً في كثير من الحالات، إلا أن تطبيقها قد تعيقه بعض العوامل الاجتماعية والقانونية بل وأحياناً عوامل تنظيمية. ومع ذلك، ففي الدول النامية يمثل نقص الموارد المالية أحد العوائق الكبرى أمام تطبيق هذه الحلول.

ب - إن عملية التنمية والتغيرات السكانية والتقنيات المستخدمة والإنتاجية البيولوجية هي عناصر يعتمد كل منها على الآخر، لذلك فإن أفضل الوسائل للتخفيف من آثار التصحر على النظم البيئية المنتجة هي تلك التي تأخذ في الاعتبار كافة هذه العناصر، أي أن الجهود التي تبذل لمكافحة التصحر ينبغي أن تكون جزءاً من برنامج شامل، لدفع عجلة التقدم الاجتماعي والاقتصادي.

ج - يسود التصحر عادة كتهور للأرض والماء والموارد الطبيعية الأخرى تحت

وطأة الإجهاد البيئي. ويدلّ التدهور على أن الأنشطة الجارية غير مناسبة في درجتها أو نوعيتها، وقد ترجع هذه الأنشطة إلى نقص في المعرفة أو الخبرة البيئية، أو إلى نقص في البدائل، أو إلى محاولة الحصول على أكبر ربح في وقت قصير على حساب الإنتاجية في المدى البعيد. ومع التسليم بأن الحلول تكمن في نهاية الأمر في التعليم والتقدم الاجتماعي والاقتصادي وتنظيم النمو السكاني ليتوافق مع الموارد، فإن الحلول القريبة والعاجلة تركز على ترشيد استخدام الأرض. ويتضمن ذلك عناصر ثلاثة:

- حصر الموارد المحلية وتقويم طاقاتها وإمكاناتها.
- تحديد الاستخدامات المفضلة على أساس إمكانات الموارد والأهداف والضوابط الاجتماعية والاقتصادية.
- إنشاء جهاز يتولى تطبيق خطة مكافحة التصحر التي تُسفر عنها الدراسة للاستخدام الأمثل للموارد الطبيعية وإصلاحها وحمايتها.
- د - وبالرغم من أن المياه والتربة وغيرهما من الموارد المادية والحيوية هي العوامل الطبيعية المتحركة، فإننا نجد أن النظم الاجتماعية والسياسية وغيرها من النظم الإنسانية المتصلة بصنع القرارات وتنفيذ الخطط وعدم توفر مصادر التمويل المتاحة، تشكل عوائق ضخمة لعمليات التنمية ومنع التصحر وإعادة إعمار الأراضي التي أصابها التصحر. لذلك فإن خطة مكافحة التصحر يجب أن تهتم اهتماماً أساسياً بالمشكلات الاجتماعية والاقتصادية التي تعترض الإدارة الرشيدة للموارد الطبيعية. ولما كانت إدارة الموارد الطبيعية عنصراً حاسماً في أية استراتيجية للتنمية المادية أو الاقتصادية أو الاجتماعية، فإن اتباع سياسات رشيدة في إدارة الموارد الطبيعية مسألة أساسية بالنسبة لساكني الأنظمة البيئية لو أردنا النهوض بإنتاجيتها والحفاظة على هذه الإنتاجية.
- هـ - تختلف مسببات التصحر تبعاً لاختلاف الخصائص البيئية للمناطق المصابة وتطلعاتها وبنيتها الاجتماعية والاقتصادية، مما يتطلب في كل منطقة من المناطق منهجاً متميزاً للتصدي لقضايا التصحر، سواء في البلد الواحد أو في البلاد المختلفة.

1.6 - المحافظة على الغطاء الحراجي وتحسينه

1.1.6 - دور الغابات الطبيعية في مكافحة التصحر

إن الغابة المتوازنة والجيدة تعتبر الطريقة الفضلى والأكثر فعالية في صيانة التربة، وخاصة فيما يتعلق بالانجراف على الأراضي الشديدة الانحدار. تقوم

الغابة بهذه الوظيفة بسبب استمرار وجودها كغطاء للتربة وتعدد الطبقات التي تتكون منها وطبيعة الغطاء الميت الذي يعلو التربة والذي يساهم إلى حد كبير في منع الجريان السطحي للماء. وبالإضافة إلى ذلك فإن الدبال الناتج من تطور هذا الغطاء الميت يساهم في تحسين الخواص الفيزيائية لتربة الغابة وبالتالي يسهل نفوذ الماء بداخلها.

إن الجريان السطحي لمياه الأمطار على أرضٍ منحدرية في منطقة مغطاة بالغابات الجيدة التنظيم يكاد لا يذكر، وكذلك المواد المنجرفة، كما هو موضح في الجدول - 7 - مقارنة بالالغطية النباتية الأخرى.

الجدول - 7 -

طبيعة الغطاء النباتي	الجريان السطحي للمياه $\times 100$ المياه المرشحة
غابات	2 %
مراع	5 %
قمح، شعير	25 %
ذرة، قطن	50 %

يبين جدول - 7 - أهمية الغابات الجيدة التنظيم في حماية التربة من الانجراف وصيانة المياه بتشجيع نفوذها وتغذيتها للمياه الجوفية. لذلك تعتبر الغابات أفضل الوسائل لدرء الفيضانات وتنظيم تدفق الينابيع بمائها التقى.

إن فائدة الغابات في صيانة التربة تتجلى في المناطق الشديدة الانحدار وفي المناطق العليا من الأحواض المائية التي تغذي الأنهار ومجاري المياه. إن شدة الانحدار في هذه المناطق تجعل من الضروري حمايتها بغطاء حراجي كثيف لمنع الانجراف وتسهيل تسرب المياه داخل التربة. وفي حال الاضطراب لزراعة الأشجار المثمرة أو المحاصيل الزراعية، فإنه لا يجوز إزالة الغطاء الحراجي عن هذه المنحدرات الشديدة إلا بعد التأكد من أننا سنتبع الوسائل الكفيلة بمنع الانجراف المائي عن طريق إنشاء المدرجات.

وإذا كانت المنحدرات في المناطق العليا من الأحواض المائية جرداء نتيجة تدهور غطائها الحراجي الطبيعي وزواله، فإنه من الضروري إعادة هذا الغطاء اصطناعياً

وانتقاء الأنواع الحراجية المستعملة في التشجير بحيث تتلاءم مع البيئة، وخاصة من حيث ملائمتها لدرجات الحرارة الدنيا والأمطار. في المناطق الجافة وشبه الجافة، من الضروري انتقاء الأنواع الجفافية التي تتيح حماية التربة من الإنجراف، أي لا تستهلك إلا كميات قليلة جداً من مياه الأمطار، مما يوفر مياه الأمطار لتغذية المياه الجوفية. من الجدير ذكره أن الغابات المتدهورة لا تؤمن المحافظة على التربة ولا على المياه. ومن الضروري الاحتفاظ بالغابات بصالة جيدة من حيث النمو والتنظيم حتى تقوم بوظائفها في صيانة التربة والمياه عن طريق حسن الاستغلال والإدارة ومكافحة الحريق.

2.1.6 - طرق حماية الغابات والمحافظة عليها

كي تبقى الغابات محافظة على إنتاجيتها وعلى ميزات البيئة، بالنسبة للإنسان، يجب أن تبقى محافظة على توازنها الحيوي المسؤول عن خصوبة التربة. ولذلك فإن أي برنامج لإدارة الغابات واستثمارها يجب أن يأخذ بالاعتبار ضرورة المحافظة دوماً على التوازن الحيوي لهذه الغابات. وقد بينا سابقاً كيف أن التفهم السليم للغابات، كأنظمة بيئية بغض النظر عن التوازنات الحيوية والسلاسل الغذائية التي تميز هذه الأنظمة، كان السبب الرئيسي في تدهور الغابات وانجراف التربة وتشكل السيول.

لذا فإنه يتوجب على الحراجيين أن يتخذوا مجموعة من التدابير لمنع تدهور التربة والتي يمكن تلخيصها بما يلي:

1 - تشجيع تعدد الأنواع النباتية في الغابة للمحافظة على خصوبة التربة وزيادة استقرار الغابة، ولما كانت الأهداف الاقتصادية من استثمار الغابات لا تسمح بزيادة عدد أنواع الأشجار في الطبقة العلوية من الغابة، فإنه يمكن تشجيع تعدد الأنواع السفلية.

ب - تلافي طرق القطع التي يمكن أن تؤدي إلى تعرية التربة، وبالتالي إلى انجرافها وإفقارها بالدبال والعناصر الغذائية المعدنية، مما ينعكس على إمكانية تجدد الغابة والمحافظة على توازنها. في بلاد البحر الأبيض المتوسط، حيث يتميز المناخ بزخات مطرية قوية، يجب تلافي القطع الكلي للغابات، ولا سيما على الأراضي المنحدرة، وإتباع طريقة القطع التدريجي.

ج - مكافحة الحرائق بشتى الوسائل الحيوية والميكانيكية. إن الغابات المختلطة هي أكثر مقاومة للحرائق من الغابات النقية الأحادية النوع، لا سيما الغابات أحادية النوع الصنوبرية.

من الضروري أن يصار إلى نشر مرصّد مناخية في مناطق الغابات كافة، لدراسة الأحوال الجوية والتنّبؤ باحتمال حدوث الحرائق، كما أنه من الضروري نشر شبكة من الطرق الكافية للوصول إلى مكان الحريق داخل الغابة بُعيد حدوثه، وتدريب فريق من الاختصاصيين في إطفاء الحرائق يكون مجهزاً بأحدث الوسائل.

د - مكافحة الرعي الجائر داخل الغابات وتحديد الحمولة الرعوية تبعاً لتحمل البيئة. في مرحلة التجديد *régénération* حيث تكون الغراس (الشتلات) صغيرة، يجب منع الرعي منعاً باتاً.

هـ - مكافحة الآفات التي تصيب أشجار الغابة، مع التركيز على الطرق الحيوية في المكافحة للمحافظة على سلامة البيئة.

و - من الضروري الاكتفاء بقطع حجم الخشب الذي يناسب النمو السنوي للغابات إذا أُريد المحافظة على توازنها وعدم إفقارها بالأخشاب.

إن هذه القاعدة تنطبق على الغابات غير المتدهورة والمتوازنة؛ أما في الحالات الأخرى، فيجب التصرف تبعاً لوضع الغابة مع الأخذ بالحسبان المحافظة على التربة والمياه.

3.1.6 - التشجير الحراجي الاصطناعي

1 - زراعة الأشجار والشجيرات الرعوية لتحسين المراعي الطبيعية.

يزداد الاهتمام بزراعة الأشجار والشجيرات الرعوية بغية حماية المراعي الطبيعية المتدهورة من الضغط الكبير المسلط عليها من جهة، وزيادة قيمتها الرعوية من جهة أخرى. وقد أصبحت زراعة هذه الأشجار والشجيرات جزءاً لا يتجزأ من برنامج تطوير المراعي الطبيعية في كثير من البلاد، لا سيما في المناطق نصف الجافة والجافة. ونذكر فيما يلي أهم الأنواع التي يمكن استخدامها تبعاً للمناطق المناخية في العالم، مركزين على المناطق نصف الجافة والجافة (حسب Le Houérou, 1980)

1 - المناطق الجافة المتوسطة (ذات المناخ المتوسطي)

في هذه المناطق يمكن استعمال الأنواع التالية تبعاً لمقتطلباتها البيئية لا سيما من حيث تحمل درجات الحرارة الصغرى ونوع التربة.

Acacia cyanophylla (-*A. saligna*), *Acacia salicina*, *Acacia ligulata*, *Acacia victoriae*, *Acacia aneura*, *Opuntia ficus indica*, *Atriplex nummularia*, *Atriplex canescens*, *Atriplex halimus*, *Atriplex lentiformis*, *Atriplex semi-*

baccata, *Atriplex glauca*, *Atriplex repanda*, *Atriplex atacemensis*, *Argania sideroxylon*, *Calligonum comosum*, *Calligonum azel*, *Calligonum arich*, *Periploca laevigata*, *Chenopodium auricomum*, *Artemisia herba alba*, *Prosopis juliflora*, *Prosopis chilensis*, *Parkinsonia aculeata*, *Maireana brevifolia*, *Maireana sedifolia*, *Maireana pyramidata*, *Maireana astrotricha*, *Cassia nemophila* var. *coriacea*. (= *C. sturtii*)

ب - المناطق الجافة ونصف الجافة المدارية

Acacia senegal, *Faidherbia albida*, *Acacia nilotica* subsp. *indica*, *A. bivenosa*, *A. linearoides*, *A. tumida*, *Acacia tortilis* subsp. *tortilis*, subsp. *rad-diana*, subsp. *spirocarpa* subsp. *heteracantha*, *Parkinsonia aculeata*, *Dessmanthus virgatus*, *Combretum aculeatum*, *Bauhinia rufescens*, *Ziziphus mauritiana*, *Ziziphus mucronata*, *Z. spina-christi*, *Z. joazeiro*, *Opuntia ficus india*, *O. robusta*, *O. inermis*, *O. fuscicaulis*, *Nopalea cochenillifera*.

ملاحظة

لقد أوضحت نتائج استعمال النوع *Acacia cyanophylla* في التشجير في شمال أفريقيا، أنه لا ينجح إذا انخفضت كمية الأمطار السنوية عن 250 ملمتر في السنة.

لذا فإنه لا يُنصح باستعمال هذا النوع في الطوابق القليلة الأمطار والتي تنخفض عن 250 ملمتر في السنة، وفي هذه الظروف يمكن الاستعاضة عنه بأنواعها من الأكاسيا (السنت) الأكثر تحملاً للجفاف مثل:

Acacia salicina, *A. ligulata*, *A. aneura*, *A. victoriae*

ج - المناطق الجافة ذات المناخ البارد (آسيا الوسطى وآسيا الجنوبية الغربية)

Haloxylon persicum, *Haloxylon aphyllum*, *Calligonum polygonoides*, *Calligonum* sp. p. (*C. arborescens*, *C. caputmedusae*, *C. pellucidum*, *C. setosum*, *C. elatum*, *C. eriopodum*), *Salsola paletskiana*, *Salsola richteri*.

د - المناطق الجافة ذات المناخ المعتدل

Robinia pseudoacacia, *Elcagnus angustifolia*.

هـ - المناطق نصف الجافة المتوسطية

Acacia cyanophylla, *Ceratonia siliqua*, *Gleiditshia triacanthos*, *Medicago*

arborea, Coronilla glauca, Morus alba, Vitis sp. p., Opuntia ficus indica, Eleagnus angustifolia.

2 - التشجير الحراجي لإنتاج خشب الوقود

في العديد من الدول، لا سيما النامية منها وغير البترولية، يزداد الطلب على خشب الوقود firewood باضطراد مستمر لدرجة أن الأهالي يلجأون إلى الغابات لقطع ما يحتاجون إليه دون الأخذ بالحسبان ضرورة المحافظة على هذه الغابات، مما يؤدي إلى تدهورها كما أوضحنا سابقاً. وفي بعض المناطق الجافة وشبه الجافة، تكون الحاجة إلى خشب الوقود كبيرة جداً لدرجة أن السكان يقومون باقتلاع الشجيرات وحتى النباتات الشوكية لاستخدامها في التدفئة والطبخ.

إن انخفاض كمية أخشاب الوقود في العالم مشكلة قائمة وستزداد حدة مع الزمن، لذا فإنه يتوجب وضع خطة مستقبلية لتلبية هذه الحاجة عن طريق التشجير الحراجي بالأنواع السريعة النمو.

ومن الجدير ذكره أنه، بالإضافة إلى تأمين خشب الوقود، تسهم هذه المشاجر الاصطناعية في تحسين البيئة المحلية وحماية التربة من الانجراف، كما أن بعضها يمكن الاستفادة منه لتغذية الحيوانات. ولنشر هذه المشاجر الاصطناعية في المناطق الجافة وشبه الجافة، وذلك تبعاً لمتطلباتها الحرارية، لا سيما مقاومتها لدرجات الحرارة الدنيا في المناطق الباردة، وتبعاً لخصائص التربة، يمكن استعمال الأنواع التالية:

Acacia albida, A. aneura, A. brachystachya, A. cyclops, A. nilotica, A. saligna, (= A. cyanophylla), A. seyal, A. tortilis, Albizia lebbek, Argania sideroxylon, Azadirachta indica, Ceratonia siliqua, Cassia siamea, Cupressus sempervirens C. arizonica, Eleagnus angustifolia, Eucalyptus camaldulensis, E. citriodora, E. microtheca, E. occidentalis, E. salmonophloia, E. salubris, E. sideroxylon, E. tereticornis, Gleditsia triacanthos, Galoxylon persicum, Parkinsonia aculeata, Pinus brutia, P. halepensis, Prosopis alba, P. spicigera (= P. cineraria), P. juliflora, Tamarix aphylla, T. stricta, Zizyphus mauritanica, Z. spina-christi.

3 - التشجير الحراجي الوقائي من الرياح

راجع البحث تحت عنوان حماية البساتين والسهول من الرياح.

4 - التشجير الحراجي الوقائي لصيانة التربة على المنحدرات

إن كل مشاريع التشجير الحراجي تؤدي، بالإضافة إلى الهدف الرئيسي المنشود

من هذه المشاريع، إلى حماية التربة من الانجراف. إلا أنه في بعض الحالات، يمكن أن نلجأ إلى التشجير الحراجي كوسيلة ناجعة لمكافحة الانجراف على أراضي منحدرية وعارية ومعرضة لانجراف مطري شديد.

في مثل هذه الظروف يجب اتباع ما يلي:

أ - إنشاء مصاطب مدرجة من النوع المعروف باسم المصاطب الحراجية وقد تمّت دراستها في بحث المصاطب. (راجع هذا البحث).

ب - إنشاء مخارج مائية جانبية لتصريف المياه الزائدة من المصاطب، والإفادة منها في الري أو تخزينها لحين الحاجة.

ج - إنشاء سدود صغيرة على المجاري للحد من تدفق المياه البرية على المنحدرات.

د - انتقاء الأنواع الحراجية بكل عناية بحيث تتمكن من النمو بشكل جيد في الظروف المناخية والأرضية للموقع، لا سيما من حيث احتياجاتها المائية وتحملها لدرجات الحرارة القصوى. ويمكن اللجوء إلى الشجيرات القليلة الاستهلاك للماء إذا كانت المواقع تعاني من الجفاف، أو إلى الشجيرات العلفية للإفادة منها في تغذية الحيوانات.

هـ - عند إنشاء المصاطب المدرجة وتحضر التربة للزراعة، يجب عدم إزالة الغطاء النباتي، إلا في المصطبة نفسها وترك الغطاء النباتي كما هو بين المصاطب.

و - زراعة الغراس بشكل كثيف لأن الهدف من التشجير هو وقائي ويتطلب الحصول على غطاء كثيف بأسرع وقت ممكن. والمسافات المتباعدة في حالات الانجراف القوي هي من متر إلى مترين بين الغرسة والأخرى. وفي المناطق الجافة وشبه الجافة، يفضل استعمال غراس مبدرة داخل أكياس أو قوارير.

ز - كما ينصح تغطية التربة حول الغراس بغطاء من القش أو إبر صنوبرية أو بقايا نباتية مختلفة وذلك للتخفيف من تأثير مياه الأمطار في التربة السطحية والحد من تبخر الماء من التربة. وفي حال عدم توفر البقايا النباتية يمكن فلاحه التربة بشكل كدرات كبيرة نسيجية، لا سيما حول الغراس.

إن انتقاء الأنواع للتشجير الوقائي بقصد حماية التربة من الانجراف عملية هامة جداً. ونبين فيما يلي الميزات الرئيسية للأنواع المخصصة لمكافحة الانجراف مصنفة تبعاً لتسلسل أهميتها:

- متلائمة مع الظروف البيئية المحلية لا سيما من حيث الاحتياجات المائية ودرجات الحرارة القصوى وخصائص التربة.

- سرعة النمو في ظروف الموقع.
 - تعطي بقايا نباتية بكميات جيدة.
 - مجموعها الجذري عميق وقوي ومنفرش.
 - زراعتها سهلة ولا تحتاج إلى عناية زائدة.
 - تاجها كثيف.
 - تبقى الشجرة محافظة على أوراقها، لا سيما في فترة الأمطار.
 - مقاومة للحشرات والأمراض وتعديات الحيوانات.
 - محسنة للتربة مثل البقوليات.
 - تعطي مردوداً اقتصادياً إن أمكن.
- هذا ومن الجدير ذكره أن الهدف من التشجير ليس اقتصادياً، ولذلك فإن المردود الاقتصادي لهذه المشاريع يجب أن يأتي في الدرجة الثانية.

2.6 - المحافظة على المراعي الطبيعية وتحسينها

1.2.6 - الإدارة البيئية للمراعي الطبيعية

إن المراعي الطبيعية المؤلفة بغالبيتها من أعشاب عميقة الجذور تحمي التربة من الانجراف بشكل جيد كما تساعد على التخفيف من السيول السطحية. وقد دلت التجارب التي أجريت في الولايات المتحدة الأمريكية (في ولايتي تكساس وميسوري) على أراضٍ انحدارها 8 و 9 % أن جرف 20 سم من التربة يتطلب:

21	سنة في حالة زراعة القطن.
50	سنة في حالة زراعة الذرة الصفراء.
15.000	سنة في حالة أراضٍ بور.
25.000	سنة في حالة المراعي الطبيعية.
170.000	سنة في حالة الغابة المتوازنة.

تبين هذه التجربة فعالية الأغشية النباتية الطبيعية المتوازنة في المحافظة على التربة والتخفيف من انجرافها وضياح المياه. كما تدل أن المراعي الطبيعية تقوم بدور هام في صيانة التربة، وأن الغابات الطبيعية هي من الأغشية النباتية الشديدة الفعالية في هذا المجال.

للمحافظة على خصوبة الأتربة في مناطق المراعي الطبيعية وبالتالي المحافظة على قدرتها الإنتاجية، وكذلك لكي تقوم هذه المراعي الطبيعية بمقاومة انجراف التربة

وصيانة المياه، فإنه يجب المحافظة على عدم تدهور الغطاء النباتي. إن تدهور هذا الغطاء في البادية السورية عن طريق الرعي الجائر والحرثة بهدف الزراعة المطرية، أدى إلى تدهور التربة وانخفاض قدرتها الإنتاجية من العلف. وفي الحالات القصوى، تعرّضت التربة نهائياً وتعرضت للانجرافين المطري والريحي. وما تشكّل الكثبان الرملية وزحفها باتجاه الرياح الرئيسية، وكذلك شدة السيول في فصل الأمطار في البادية، وازدياد عدد العواصف الرملية وشدتها، إلّا ظواهر ناتجة من تدهور المراعي الطبيعية، وهي علائم ظاهرية للتصحر.

إن مبدأ الإدارة البيئية للمراعي الطبيعية يهدف إلى استغلال هذه المراعي مع أخذ الاحتياطات لمنع تدهورها بغية المحافظة على إنتاجيتها من جهة، وعلى البيئة من جهة أخرى، وهذا يتطلب وضع نظام إداري لاستغلال المراعي الطبيعية، تابع من علاقة المجتمعات النباتية المكونة لهذه المراعي مع البيئة وحاجة الإنسان. إن وضع مثل هذا النظام لا يمكن أن يتم إلا بعد إجراء دراسات بيئية واجتماعية نباتية لمناطق المراعي الطبيعية، وكذلك دراسة تحملها للرعي بحيث تسمح هذه الدراسات في النهاية بمعرفة أفضل الوسائل لتحسين الوضع الحالي للمراعي المتدهورة عن طريق تنظيم الرعي وتحسين المراعي بواسطة بذرها بأنواع علفية جيدة، محلية أو أجنبية، أو بإدخال شجيرات علفية، وزيادة توفير المياه بإنشاء السدود على مجاري الأودية وحفر الآبار وتوزيعها بشكل مناسب ضمن منطقة المراعي. وإلى أن تتم هذه البحوث يجب الاستفادة من المعلومات المبعثرة المتوفرة حالياً للابتداء بوضع خطة إدارية وفنية لتحسين حالة المراعي وحالة الحيوانات؛ ويجري تحسين هذه الخطة مع الزمن مع توفر المعلومات الجديدة.

2.2.6 - تحسين المراعي الطبيعية

يمكن أن يتم تحسين المراعي الطبيعية المتدهورة بطريقتين رئيسيتين:

- أ - التجديد الطبيعي.
- ب - البذر الإصطناعي والتشجير.

أ - التجديد الطبيعي

يمكن اتباع هذه الطريقة في المراعي المتوسطة التدهور، وذلك باتباع مجموعة من الإجراءات يمكن تلخيصها بما يلي:

- منع الرعي بشكل تام لفترة معينة حتى يستعيد المرعى إمكاناته الرعوية. إن طول هذه الفترة من منع الرعي يتوقف على حالة المرعى نفسه. وقد برهن هذا

الإجراء على فعالية جيدة في تحسين المراعي الطبيعية في كثير من مناطق العالم.

- منع الرعي خلال فصل معين أو أكثر لحماية بعض الأنواع الرعوية الجيدة والتي تكون حساسة للرعي خلال فترة المنع.

- تخفيض الحمولة الحيوانية للسماح للنباتات المعمرة في المرعى أن تتكاثر بشكل طبيعي.

- منع رعي حيوان معين تبعاً لحالة المرعى وتكوينه النباتي، بحيث يتم اختيار حيوان يتغذى على أنواع غازية شديدة الانتشار في المرعى، بينما يتم منع حيوان آخر يفضل أنواعاً نادرة في المرعى مهددة بالزوال.

- إنشاء مناطق صغيرة مسيجة ضمن المرعى الطبيعي تكون في حالة جيدة نسبياً، ويمنع الرعي فيها، بحيث يتاح تكاثر الأنواع فيها طبيعياً، وتساهم بالبذر الطبيعي للأجزاء المجاورة للمسياجات.

ب - البذر الاصطناعي والتشجير

إن تحسين المراعي الطبيعية المتدهورة بشكل ملحوظ والتي زالت منها الأنواع المعمرة الجيدة، لا يمكن أن يتم عن طريق التجديد الطبيعي الذي ذكرناه سابقاً. في هذه الحالة لا بد من اتباع طرق اصطناعية لتحسين المراعي، لا سيما البذر الاصطناعي للأنواع الجيدة والتشجير الحراجي باستعمال الأشجار والشجيرات العلفية.

ج - تحسين المراعي الطبيعية عن طريق البذر الاصطناعي

يمكن تحسين المراعي الطبيعية المتدهورة عن طريق بذر أنواع جيدة القيمة العلفية. هذا وإن الأنواع المستعملة لهذه الغاية يجب أن تكون:

- متكيفة مع التربة والمناخ.
- ذات قيمة علفية جيدة.
- قابلة لمقاومة أسنان الحيوانات.
- قادرة على التنافس فيما بينها ضمن الظروف البيئية المحلية.

من الأنواع التي ينصح (حسب Le Houérou 1975) باستعمالها لهذا الغرض في المناطق التي يتراوح إمطارها بين 350 و 400 ملمتر في السنة:

Oryzopsis holidiformis, *O. miliacea*, *Lotus creticus*, *Sanguisorba minor*, *Hedysarum camosum*, *Lolium rigidum*, *Phalaris truncata*, *Agropyron elongatum*, *trifolium subterraneum*.

أما في المناطق التي تقل فيها الأمطار عن 350 ملمتراً في السنة، فإنه من الضروري استكشاف الإمكانيات التي تتم فيها عملية البذر الاصطناعي تبعاً للظروف البيئية.

تحسين المراعي الطبيعية عن طريق التشجير

«راجع بحث المحافظة على الغطاء الحراجي».

3.2.6 - التجربة السورية في مجال تطوير مراعي البادية

إن التجربة السورية في مجال تطوير مراعي البادية طويلة. وقد مرت بمراحل عديدة من التصحيحات المتتالية. ومن المفيد تلخيص ما توصلت إليه هذه التجربة ليصار إلى الاستفادة منها في بلاد أخرى.

لقد تم الأخذ بنظام «الحمى الرعوي» (الجمع: أحمية) أساساً لبرنامج تطويري لمراعي البادية في سوريا. وقد أدخله دراز عام 1967، بعد أن عثر على بقايا منه على الحدود السورية اللبنانية، وفي الشمال الشرقي للبلاد على الحدود السورية العراقية والتركية. كما اقترح إعادة نظام الحمى العربي كسياسة رعوية تعترف بها الدولة بعد تطويره في صورة جمعية تعاونية.

والحمى هو نظام رعوي pastoral system قديم تقوم فيه القبيلة متضامنة بحماية مراعيها والذود عنها بغية الاستفادة بما تُنتجه من كلاً وشجر ومياه. وقد يكون الحمى أيضاً لقرية أو لفرد أو لنوع خاص من الماشية أو مرعى للنحل، وقد يستخدم لإنتاج الدريس دون الرعي، ولا يحق لغير أصحاب الحمى استخدامه إلا بإذن من أصحابه (Draz, 1969).

وقد أوضح دراز (Draz, 1977)، في مقارنة مناطق الحمى وما يجاورها من أراضٍ أثر الحماية في زيادة كثافة الغطاء النباتي وفي تطويره بيئياً نحو «الذروة والأوج climax»، وما يصحب ذلك عادة من صيانة للموارد الطبيعية الأخرى من المياه والتربة.

ولقد كان نظام الحمى واسع الانتشار في أجزاء متعددة من الجزيرة العربية، وما زال موجوداً في أماكن متعددة من المملكة العربية السعودية، وما زال موجوداً أيضاً في اليمن وفي عمان وسوريا، وهو يحكم نشأته في هذا الجزء من العالم لا شك في أنه يلائم البيئة وطبيعة السكان، ويمكن التوسع في تطبيقه في البلاد العربية كبديل لما يمارسه الرعاة الآن من الرعي المباح غير المحدد (Draz, 1977).

١ - التعاونيات الرعوية

لقد اعتبر نظام الحمى، كما أوضحنا أعلاه، أساساً لبرنامج متكامل لتحسين المراعي في سوريا؛ إلا أن نقطة الضعف الرئيسية في مثل هذه البرامج هي وسيلة تنظيم الرعي للحد من الرعي الجائر وكفالة نوع من الاستقرار لتربية الأغنام في البادية السورية. وقد اعتمد في تحقيق ذلك على إعادة حقوق الرعي القديمة إلى أصحابها الأوائل في إحدى المناطق كتجربة رائدة، بشروط وضعت نتيجة دراسة ومناقشات مستفيضة مع البدو والمسؤولين المحليين والتعاونيين المسؤولين. وكان في مقدمة هذه الشروط تكوين جمعية تعاونية من البدو نيّلت بها مسؤولية تنظيم الرعي ومعاونة الدولة في حمايتها؛ ويحدد عدد الأغنام لكل عضو وفق عدد الأسهم التي يشترك بها. وينظم العمل بالجمعية وفق لائحة محددة ضمن التنظيم التعاوني.

ولقد استخدمت في البداية بعض التشريعات السارية إلى أن صدر في هذا الشأن مرسوم تشريعي عام 1970 ثم قانون أقره مجلس الشعب يرسم الخطوط العامة لحماية أراضي البادية والمراعي ويمنع التعدي عليها وينظم استغلالها وفق برنامج تحسين المراعي الذي أعدته لذلك وزارة الزراعة.

وبالإضافة إلى حقوق الرعي في المنطقة التي تحدد لكل جمعية فإن الدولة قد أعانت الجمعيات الأولى الرائدة ببعض الصوافز في صورة مساعدات غذائية أو أعلاف من برنامج الغذاء العالمي، وهي تعاون الآن كافة ما أنشئ بعد ذلك من هذه الجمعيات بقروض طويلة الأجل من صندوق تداول الأعلاف لإنشاء مستودع للأعلاف يُؤمن بقروض قصيرة الأجل من المشروع لتوفير علف إضافي (حوالي 50 كغ لكل رأس في كل عام)، وذلك بالإضافة إلى كمية من العلف في الطوارئ في سنوات الجذب. وبالمثل فإن هذه التعاونيات الرعوية لها الحق في الاقتراض لمشتري مستلزمات الإنتاج الأخرى كالجرارات والشاحنات وغير ذلك عن طريق قروض متوسطة الأجل. وتكفل الدولة لها أيضاً الرعاية البيطرية اللازمة وكافة قروض صندوق تداول الأعلاف.

ويدير شؤون الجمعية مجلس إدارة منتخب وفق قوانين التعاون الفلاحي؛ والجمعية وأعضاؤها مسؤولون عن قروضها بالتضامن وتعينهم الدولة في تنظيم حساباتها والإشراف على نظامها.

ب - المراكز الحكومية لتحسين المراعي والأغنام

يتطلب التوسع في إنشاء التعاونيات الرعوية ضمن تنظيم الحمى، إنشاء عدد من المراكز المماثلة لمحطة وادي العزيب في باقي المحافظات، وذلك بغرض التدريب

والإرشاد والأبحاث في حقل المراعي والأغنام. وقد أنشئ في عام 1977 ثمانية مراكز في سبع محافظات، وتغطي مساحة قدرها 120.000 هكتار ويربى فيها ما يقرب من 26.000 رأس من الأغنام.

وارتباط هذه المراكز الحكومية بالبرنامج يجعل لها هدفاً نهائياً هو الاتصال بالبدو وتهيئة الظروف لإنشاء التعاونيات المتخصصة. (رعوية أو لتسمين الأغنام أو لإنتاج الأعلاف). كما أنها تقوم على برنامج لتحسين الأغنام العواس بالتعاون مع المركز العربي لدراسة المناطق الجافة والأراضي القاحلة، ضمن اتفاقية بين وزارة الزراعة والمركز العربي.

ج - تعاونيات تسمين الأغنام

يصاحب برنامج تحسين المراعي زيادة في عدد القطعان، وهو أمر يتطلب مزيداً من العناية بأمر التسويق للتخلص السريع من الخراف والإناث والذكور الزائدة عن الحاجة بتسمينها وبيعها.

وقد أنشئت التعاونية الأولى في عام 1966 في حماء على مقربة من التعاونيات الرعوية الأولى. ولم تلبث هذه البداية المحدودة أن انتشرت في المحافظات المجاورة إلى أن أصبح عدد هذه الجمعيات 53 جمعية طاققتها الإنتاجية السنوية 1.5 مليون رأس من الأغنام، ولها مستودعاتها للأعلاف ونظام تمويل مماثل للحصول على الأعلاف اللازمة بقروض من صندوق تداول الأعلاف، ولها أن تقتصر بما يغطي احتياجاتها من مستلزمات الإنتاج الأخرى.

وقد حققت هذه الجمعيات الغرض من إنشائها بإيقاف تزايد القطعان من ناحية، ثم بسحب أي فائض وخاصة في سنوات الجفاف والجذب حيث يستلزم ذلك تخفيض عدد القطعان. وقد لمست الدولة وأصحاب القطعان أهمية التعاونيات الرعوية وتسمين الأغنام أثناء ثلاثة مواسم جفاف مزّت بالبلاد منذ بدء تنفيذ هذا البرنامج، وقد دفع ذلك عجلة تقدمه وازداد الاهتمام بدعمه.

د - فلاحية أراضي المراعي في البادية

تضمن برنامج تحسين المراعي في سوريا إيقاف التخريب بمنع فلاحية البادية في المناطق التي يقل المطر فيها عن 200 ملم. وقد تحقق هذا الأمر بصدر المرسوم التشريعي رقم 140 لعام 1971 ثم بصدر القانون رقم 13 لعام 1973 بعد موافقة مجلس الشعب.

هـ - زراعة الشجيرات الرعوية في الأراضي الهامشية

دلت التجارب في القطر العربي السوري على نجاح شجيرة الرُّغْل أو القُطَف الأسترالي المصدر *Atriplex nummularia* في المناطق الهامشية من البادية السورية (Draz, 1977).

وقد أمكن الحصول على دعم في صورة حوافز لزراعة هذه الشجيرة عن طريق برنامج الغذاء العالمي وصندوق تداول الأعلاف.

كما بين سنكري 1981 نتيجة لتجارب أجريت في البادية السورية أن الرغل الأميركي *Atriplex canescens* يمثل أملاً في استعادة إنتاجية جزء جيد من أراضي البادية السورية.

و - إعادة بناء خزانات المياه القديمة في مناطق البادية

يوجد في البادية السورية عدد كبير جداً من بقايا وأثار خزانات المياه القديمة، رومانية وعربية، منتشرة في مناطق محددة من البادية. وهي تعكس انطباعات واقعية للاستغلال الرشيد للمياه في سبيل تأمين حاجة الزراعة والسكان.

لقد تم تطهير عدد كبير من هذه الخزانات وإعادة ترميمها، وهي قيد الاستعمال حالياً.

ز - بناء السدود الصغيرة وحفر الآبار العميقة

يتم إنشاء سدود صغيرة في أنحاء متفرقة من البادية لتجميع مياه الأمطار بهدف تغطية النقص في الموارد المائية ضمن برنامج أوسع نطاقاً لحفر الآبار العميقة.

ح - التكامل بين المراعي الطبيعية والأراضي البور

يشمل البرنامج السوري لتطوير المراعي في البادية عدداً من المشاريع التي تهدف إلى إيجاد التكامل بين المراعي الطبيعية والزراعة المطرية والمروية، وذلك كوسيلة لإيجاد حل عملي لمشكلات الرعي الجائر وفترات الجذب المتتالية. إن هذا التكامل يتيح فرصاً لإدخال دورات جديدة على الزراعة منها إدخال البقوليات الرعوية مكان البور fallow في الدورة الزراعية التقليدية «قمح - بور» أو «شعير - بور» المتبعة في الزراعة المطرية في المناطق نصف الجافة، أو زراعة البقوليات الرعوية مع المحاصيل المروية كالقطن مثلاً. وهذا ما ينتج عنه تحسن في المحافظة على خصوبة التربة الزراعية وحمايتها من الانجراف الريحي أثناء فترة التبوير،

بالإضافة إلى ما يمكن أن يساعد ذلك في مكافحة ملوحة التربة في الزراعات المروية. وقد أظهرت البيقا *Vicia dasycarpa* نجاحاً مشجعاً في ظروف المنطقة نصف الجافة (القامشلي) في سوريا مع تسميد فوسفوري، وكانت النتائج مشجعة من حيث ازدياد محصول القمح وصيانة خصوبة التربة.

3.6 - صيانة التربة والمياه

1.3.6 - العناية بالتربة والمحاصيل

2.3.6 - الوسائل الخاصة بصيانة التربة في المنحدرات لمكافحة

الإنجراف المائي

3.3.6 - مكافحة تملح الأراضي

4.3.6 - حماية البساتين والسهول من الرياح

5.3.6 - تثبيت الرمال المتحركة

6.3.6 - زيادة وفرة المياه في المناطق الجافة وشبه الجافة

1.3.6 - العناية بالتربة والمحاصيل

1 - خدمة الأرض

تهدف عمليات خدمة الأرض إلى تأمين وسط ملائم لإنتاش البذور ونمو الجذور واستئصال الأعشاب الضارة وزيادة نفوذية التربة للماء والهواء، وإلى المساعدة في زيادة المخدرات المائية داخل التربة.

إلا أن تأثيرات هذه العمليات يمكن أن تتغير بشدة تبعاً لأسلوب إجرائها. فبعض هذه التأثيرات يمكن أن يكون سيئاً بالنسبة للمحصول إذا لم تكن عمليات التهئة ملائمة لخصائص التربة أو للهدف المنشود.

إن أهم هذه التأثيرات هو التأثير في بنية التربة *structure soil*؛ فالواقع أن عمليات تهئة التربة تؤدي إلى تحسن أني في بنية التربة، سواء في الاتربة الثقيلة أو الخفيفة نسبياً. ولهذا الغرض لا بد من إجراء هذه العمليات عندما تحتوي التربة على معدل مثالي للماء. وهو تقريباً يعادل الرطوبة المكافئة *humidity equivalent* إلا أن عمليات تهئة التربة تؤدي في الوقت نفسه إلى التخفيض من ثبات بنية التربة عن طريق التهدم السريع للمادة العضوية نتيجة تنشيط الأكسدة. فالأترربة المنعمة جداً تتهدم بنيتها بسرعة وتصبح متراصة وتغدو أكثر عرضة للإنجراف المائي.

يعتقد الاختصاصيون في صيانة التربة أن حبّات التربة التي يبلغ قطرها

0.25 مم وأكثر تقاوم الجرف المائي. ومن وجهة نظر صيانة التربة، فإن حالة التربة المؤلفة من كُور كبيرة تعتبر أحسن الحالات لمقاومة الانجراف؛ إلا أنه يجب الأخذ بعين الاعتبار أن الكور لا تشكل وسطاً مثالياً لنمو النباتات المزروعة، لذا لا بد من إيجاد حل وسط يهدف إلى حماية التربة من الانجراف، وفي الوقت نفسه تأمين وسط ملائم لنمو المحاصيل. يمكن أن يتم ذلك عن طريق اتباع ما يلي:

- 1 - عدم الإفراط في حرارة التربة، لذا من الضروري عدم اللجوء إلى تنعيم التربة المعرضة للانجراف إلا في الحالات القصوى الضرورية، كما في حال البذور الناعمة.
- 2 - إجراء الحراثة عندما تكون قيمة رطوبة التربة تعادل الرطوبة المكافئة.
- 3 - حراثة الأتربة المستجيبة للانجراف في الربيع.
- 4 - إضافة المادة العضوية بشكل مستمر للاستعاضة عن الضياع الناتج من الأكسدة.
- 5 - ملامسة العمليات الزراعية مع طبيعة التربة (غضارية أو رملية).

يوجد تأثير سيء آخر لعمليات تهية التربة وهو أن بعض أنواع الحراثة يؤدي إلى قلب التربة، فيجلب إلى السطح تربة فقيرة بالكائنات الحية الدقيقة، عديمة البنية ومتراسة (أتربة غضارية) ويطمر التُّربة السطحية الغنية بالمادة العضوية وبالكائنات الحية والجيدة البنية. يزداد هذا التأثير السيء مع ازدياد عمق الحراثة.

إذا أردنا أن نحث الأرض بعمق، فإنه يمكن اتباع ما يلي للتخفيف من عيوب الحراثة عن طريق استعمال التين:

- محراث قرصي يقلب الطبقة السطحية من التربة فقط.
- محراث تحت التربة، أو آلة من نوع Rooter، التي تحرك التربة بالعمق دون قلبها.

ب - الاهتمام بتعدد المحاصيل في دورة زراعية متوازنة

تعتبر الدورة الزراعية من الوسائل الفعالة في صيانة التربة ومكافحة الانجراف. ويبين الجدول - 8 - التأثير المفيد للدورة الزراعية بما يتعلق بالجريان السطحي للماء ويفقد التربة بناء على تجارب أجريت في الولايات المتحدة الأمريكية.

جدول - 8 -

الجريان السطحي وفقد التربة
تبعاً لنوع المزروعات

النظام الزراعي	الإنسيال السطحي %	فقد التربة طن / هـ / سنة
زراعة مستمرة من القطن	14.4	60
زراعة قطن في دورة زراعية مع بقية المحاصيل	11.5	13.5

وكذلك يبين جدول - 9 - تأثير النظم الزراعية في الجريان السطحي وفقد التربة،
ويظهر أهمية الدورة الزراعية في صيانة التربة.

جدول -9-

العلاقة بين النظم الزراعية وفقد التربة والماء
في منطقة الميسوري في الولايات المتحدة الأمريكية
(حسب Biller M.F; Krusekopt H.H, 1832)

النظام الزراعي	متوسط الفقد السنوي		عدد السنوات اللازمة لجرف 7 إنشات (17.5 سم) من التربة
	امطاره %	تربة بلطن	
- ارض بور مفلوحة بعمق 20 سم	30.30	41.10	24
- ذرة صفراء بـزراعة مستمرة	29.4	19.70	50
- قمح بـزراعة مستمرة	23.30	10.10	100
- ذرة صفراء وقمح ونفل في دورة زراعية	13.80	2.80	368
- نبات رعوي مستمر (blue grass)	12.00	0.30	3043

يبين جدول - 9 - الفرق الكبير في فقد التربة والماء بين ذرة صفراء بـزراعة
مستمرة وزراعة الذرة الصفراء والقمح والنفل (برسيم) في دورة زراعية. إن الأرض
المزروعة بالذرة تفقد تربتها السطحية خلال 50 عاماً، أما التربة التي تطبق عليها
الدورة الزراعية فإنها لا تفقد هذه الكمية إلا خلال 368 سنة.

ج - تخصيب الأراضي الزراعية

لتخصيب الأراضي الزراعية أهمية بالغة في المحافظة على خصوبة التربة، ويعتبر ذلك من أهم وسائل مكافحة التصحر.

في التربة الخصبة يتحسن نمو النبات فتغطي التربة بشكل أفضل مما يخفف إلى حد كبير من تعريضها للإنجراف، كما أن مخلفات هذه النباتات تكون بكميات أكبر فتساهم بدورها في رفع خصوبة التربة. إن الزراعات المتتالية لا يصحبها تخصيب (للاستعاضة عن العناصر الغذائية التي استهلكها المحاصيل وعن المادة العضوية التي تهدمت) تؤدي مع الزمن إلى انخفاض خصوبة التربة، فيخف تدريجاً نمو النباتات المزروعة بحيث تصبح التربة عرضة للإنجراف أكثر فأكثر. كما تنخفض كمية المخلفات النباتية، مما يؤدي في النهاية إلى إفقار التربة بالعناصر المعدنية وبالمادة العضوية إلى حد يؤدي إلى انهيار خصوبتها. وجدنا سابقاً أن الزراعات الأحادية المحصول والمتكررة على نفس الأرض والمزارع المتخصصة في محصول واحد، قد حرمت التربة من التسميد العضوي الناتج من مخلفات الحيوانات والأسمدة الخضراء ومخلفات النباتات المتنوعة، واكتفى المزارعون باستعمال الأسمدة الكيميائية السريعة الذوبان. وقد أدى ذلك إلى إضعاف الكائنات الحية في التربة إلى درجة لم تعد تستطيع أن تقوم بدورها في التربة. وغالباً ما أدى ذلك إلى تهديم بنية التربة وما يتبعه من تدهور في الخواص الفيزيائية من حيث التهوية وحركة امتصاص الماء. قابل المزارعون هذا التدهور في خواص التربة بإضافات أكبر فأكبر من الأسمدة الكيميائية مما أدى إلى زيادة التدهور، وخفت بذلك قدرة النباتات على الاستفادة من هذه الأسمدة في التربة التي قد تصل إلى مرحلة تعطل نشاطها الحيوي تقريباً.

في مثل هذه التربة الضعيفة الخصوبة يضعف نمو النباتات فتصبح أكثر عرضة للآفات المتنوعة، مما يتطلب استعمال المبيدات لمكافحتها بشكل أكثر فأكثر وما ينتج عن ذلك من تعطيل للتوازنات البيولوجية. لذلك إذا أردنا المحافظة على خصوبة التربة مع الاهتمام بالحصول على مردود عالٍ كماً ونوعاً، علينا أن نذهب من المبدأ بأن التربة «جهاز حي» لذا فإن كل العمليات الزراعية دون استثناء يجب أن تنتخب بحيث لا تتعارض مع هذا المبدأ.

إنطلاقاً من ذلك، يجب الابتعاد عن المفهوم الذي يعتبر التربة مخزناً تدخل فيه كميات من الأسمدة الكيميائية المصنعة ليستهلكها المحصول، بل علينا أن نفكر بالتوازنات البيولوجية وبالسلاسل الغذائية التي تتميز الأنظمة البيئية والتي تستطيع وحدها الاستمرار في المحافظة على خصوبة التربة.

ويتلخص هذا المبدأ عملياً باتباع الطرق وانتخاب العمليات الزراعية التي تؤدي إلى المحافظة على المادة العضوية وعلى نشاط الكائنات الحية في التربة. ويمكن الوصول إلى هذه النتيجة بالطرق التالية:

- الزراعات المتعددة المحاصيل في دورة زراعية متوازنة.
- استعمال المحاصيل البقولية في الدورات الزراعية.
- تربية الحيوانات في المزارع كجزء من برنامج استثماري للاستفادة من مخلفاتها.
- تشجيع استعمال الأسمدة العضوية مثل الروث الحيواني والروث الاصطناعي compost وطرر القش ومخلفات المحاصيل وعدم حرقتها.
- استعمال الأسمدة الكيميائية بشكل متوازن وبالاشتراك مع الأسمدة العضوية.

د - تحسين بنية التربة الزراعية عن طريق إضافة المادة العضوية

إن من أهم أهداف تحسين التربة الزراعية، مكافحة الانجراف، هو تحسين بنيتها وثبات هذه البنية. والحقيقة أن بنية جيدة تزيد من تسرب مياه الأمطار وتحسن من الخواص الفيزيائية للتربة التي تعتبر من العوامل الهامة في نمو النباتات، كما تخفف من خطر انجرافها. وقد وجدنا أن محصولاً جيد النمو يغطي التربة بشكل جيد ويحميها من الانجراف.

لقد دلت التجارب العديدة أن الاحتفاظ ببنية جيدة للتربة الزراعية يشكل في الواقع الجزء الأساسي في أي برنامج لإدارة الأراضي الزراعية بهدف المحافظة على التربة من الانجراف.

كما دلت التجارب أيضاً أن إضافة المادة العضوية إلى التربة تخفف إلى حد كبير من الجريان السطحي لمياه الأمطار ومن ضياع التربة، كما تؤدي إلى زيادة في المحصول. وتكون هذه الإضافة إما عن طريق الروث الحيواني والروث الاصطناعي أو عن طريق طمر الأسمدة الخضراء أو قش المحاصيل في التربة. ومن الجدير ذكره أن لهذه المواد المطمورة تأثيرات أخرى في البيئة. فمثلاً إن السماد البلدي يساهم في إغناء التربة بالآزوت والعناصر المعدنية وينشط كائنات التربة. كما أن الأسمدة الخضراء تنشط بديدان الأرض التي تحسن بدورها من تهوية التربة ونفاذيتها للماء وتتدخل أيضاً ميكانيكياً في التخفيف من انجراف التربة. وكذلك فإن القش ينشط أيضاً بديدان الأرض ويولد وسطاً ملائماً لنمو جذور النباتات. ولكل ذلك تأثيرات واضحة في نمو المحصول.

هـ - زراعة التجليل

إذا بقيت التربة جرداء عارية من فترة بعد الحصاد إلى نمو المحصول التالي، فإنها ستعرض إلى فعل الانجراف المائي أو الريحي، أضف إلى ذلك أنه، بسبب وعورة الأرض، يكون من الصعب أحياناً الفلاحة باتجاه خطوط التسوية. في هذه الحالات يكون من الضروري حماية سطح التربة مباشرة بواسطة غطاء نباتي، إن تغطية التربة ببقايا المحاصيل يزيد من نفوذية التربة للماء، كما أنه يقلل من كمية ماء الجريان السطحي، ويخفف من فقد التربة، وذلك نتيجة لتحسين الخصائص الفيزيائية للتربة وتقليل فعل الصدمة بين ماء المطر وسطح التربة. ويطلق على الزراعة التي تستخدم حماية التربة من الانجراف عن طريق تغطيتها باللدبال humus (بقايا المحاصيل) أو بمواد أخرى اسم زراعة التجليل (زراعة فرش الدبال) mulch farming.

إلا أن هذه العملية قد تكون السبب في خفض المحصول وخصوصاً في الأرض ذات القوام الداعم أو المتوسط (في المناطق الرطبة)، حيث إن التفسخ السريع للبقايا الموجودة على السطح أو القريبة من السطح يستهلك كمية كبيرة من الأوكسجين يرافقه زيادة نسبة ثاني أكسيد الكربون وزيادة عالية للرطوبة. هذه الأمور تولد وسطاً غير ملائم لنمو النباتات. أضف إلى ذلك أن الكائنات الدقيقة التي ستحول هذه البقايا تستهلك كمية كبيرة من العناصر الغذائية سهلة التمثيل وخصوصاً الأزوت. هذا النقص المؤقت للعناصر الغذائية بالإضافة إلى نقص التهوية هما المسؤولان عن انخفاض محصول النباتات غير البقولية المزروعة على أرض مغطاة ببقايا المحاصيل، لذلك فإنه بغية الحصول على مردود عال، ووقاية التربة من الانجراف في آن معاً، ينصح بالتالي:

- الفلاحة الجيدة والعميقة بهدف التهوية الحسنة.

- إضافة الأسمدة لرفع مستوى الخصوبة بهدف تلبية حاجة الكائنات الدقيقة.

ومن المفيد ذكره هنا أن تغطية التربة بالقش أو بمواد أخرى يساهم أيضاً في التخفيف من ضياع الماء من التربة عن طريق التبخر في المناطق الجافة والحارة. ويمكن استخدام العديد من المواد لهذا الغرض:

1 - مهاد Mulch من الأوراق أو من المواد البلاستيكية: وهو يستخدم عندما يكون المحصول مزروعاً على خطوط. يخفف هذا المهاد من ضياع الماء عن طريق التبخر المباشر كما أنه يمنع نمو الأعشاب الضارة ويحمي التربة من الانجراف. إن إمكانية استعمال هذا النوع من المهاد مرتبط بكلفته العالية.

2 - **مهاد من القش:** أهم تأثير لهذا المهاد هو مكافحة الانجراف الريحي للتربة.
 3 - **مهاد من البترول والإسفلت:** إن هذا النوع من المهاد يساعد على الاحتفاظ بماء التربة، وزيادة درجة الرطوبة وزيادة المحصول وحماية التربة من الانجراف. وتباع الآن في الأسواق التجارية مواد أخرى تؤدي إلى النتائج نفسها.

4 - **المهاد الطبيعي.** يقصد بهذا التعبير الفرق السطحي للتربة بهدف حفظ الماء داخل التربة. إلا أن التجارب العديدة قد برهنت أن هذه العملية لا تؤدي بالضرورة إلى المحافظة على الماء في التربة وحتى في الفترة الجافة، بل على العكس فإنها في بعض الحالات تشجع من فقد الماء من التربة.
 وقد بينت التجارب أيضاً إن استئصال الأعشاب الضارة هو أفضل ضمان للحفاظ على الماء في التربة.

ويعود عدم فعالية العزيق^(*) في المحافظة على الماء في التربة إلى الأسباب التالية:
 - إن كمية كبيرة من الماء تفقد عن طريق التبخر قبل أن تجف التربة نسبياً وتصبح جاهزة لعملية العزيق.

- في كثير من الحالات، إن هذا الفقد المائي الذي يحصل قبل العزيق يكون قد أدى مسبقاً إلى تكوين طبقة وقائية قاسية سطحية ورقيقة ناتجة من الجفاف السطحي للتربة والتي تؤدي إلى التخفيف من تبخر التربة.
 - إن النبات المزروع، إذا كان مجموعمه الجذري جيد الانتشار وكثيفاً، يوقف حركة الماء الصاعد باتجاه سطح التربة.

وإذا كان العزيق أو المهاد الطبيعي لا يؤدي بالضرورة إلى حفظ الماء في التربة حتى لو كانت فترة الجفاف طويلة، فإن هذا لا يعني أنه خال من الفائدة. فقد دلت التجارب أنه أفضل وسيلة لمكافحة الأعشاب، ولتحسين التهوية في بعض الأتربة. إلا أنه عندما نلبي هاتين الحاجتين (مكافحة الأعشاب وتحسين التهوية)، فإن أي عزيق إضافي يؤدي إلى نتائج عكسية، مثل خسارة الماء من التربة عن طريق تنشيط التبخر وإلحاق الضرر بجذور المحاصيل، كما أن عمليات العزيق باهظة التكاليف.

و - انتقاء المحصول الزراعي المناسب

إن استزراع أرض كانت مغطاة بنبات طبيعي يجعلها دون شك حساسة للانجراف، سواء الانجراف المائي أو الانجراف الريحي. وبما أنه لا يمكن ترك كل الأراضي مغطاة بالغابات الطبيعية أو المراعي الطبيعية، فإنه لا بد من العمل على مكافحة الانجراف والمحافظة على خصوبة التربة، عن طريق انتخاب المحصول الزراعي الملائم واتباع طرق مناسبة لإجراء العمليات الزراعية المختلفة.

تعتبر طبيعة النوع المزروع عاملاً مهماً من حيث حماية التربة من الانجراف . إلا أن الطريقة التي تتم فيها زراعة النبات لها تأثير واضح في صيانة التربة، وهكذا إذا زُرِع فول الصويا مثلاً على صفوف، فإنه يسمح بالانجراف بقدر ما تسمح به الذرة الصفراء، غير أنه إذا زرع بشكل كثيف، خفف من انجراف التربة بالمقارنة بالذرة الصفراء.

وقد بيّنت التجارب في الولايات المتحدة الأمريكية أن الانجراف يكون شديداً في حالة المحاصيل المزروعة على خطوط مقارنة بالمحاصيل المزروعة بشكل كثيف، كما هو ظاهر في الجدول - 10 :-

جدول -10-

الجريان السنوي الوسطي للماء وفقد التربة* (1933-1942)
Browning M.g. and al., 1948 (عن)

المحصول	فقد الماء إنش"	فقد التربة طن بالايكر"
زراعة مستمرة من الذرة الصفراء	6	38
ذرة	4	18
ذرة، شوفان، نفل	3	10
نفل	1	5
زراعة مستمرة من الفصبة	0.80	0.10
زراعة مستمرة من القبا الحقل Pos Protealis	0.30	0.30

* التربة سلتية غشائية، الانحدار: 9%: لم تسعد الذرة الصفراء.

* الإنش = 2,539977، الإيكر = 0,40468 هكتار.

تصنف المحاصيل الزراعية في أربع فئات تبعاً لحمايتها للتربة:

1 - المحاصيل المنهكة للتربة.

2 - المحاصيل الحافظة للتربة.

3 - المحاصيل المحسنة للتربة.

4 - محاصيل التغطية.

1 - المحاصيل المنهكة للتربة.

يقال إن محصولاً ينهك التربة عندما تؤدي زراعته إلى اضطراب في تتابع أفاق التربة وإلى تهديم المادة العضوية أو إلى خسارة في العناصر الغذائية التي تتجاوز ما يتطلبه المحصول لتغذيته. فالمادة العضوية تتهدم بسبب الإفراط في الأعمال الزراعية

التي يتطلبها هذا المحصول، وكذلك تضييع العناصر الغذائية من التربة لأن المحصول يترك التربة معرضة للانجراف.

وبشكل عام يمكن القول إن محاصيل القطن والذرة الصفراء والتبغ والبطاطا والفاصوليا وفستق العبيد الخ... هي منهكة للتربة، وتتركها بالتالي معرضة لتأثير الانجراف بواسطة الرياح والأمطار. ومن الجدير ذكره أنه إذا كان بإمكاننا زراعة القطن والذرة الصفراء في شروط تمنع انجراف التربة، فإن هذين المحصولين لا ينهكان التربة أكثر من محصول علفي، إذ إن كمية العناصر الغذائية التي يستهلكها محصول معين هي أقل بكثير عن الكمية التي تضيع عن طريق الانجراف.

إن الأشجار المثمرة هي أيضاً من الزراعات المنكهة للتربة، وتتركها معرضة جداً للانجراف، إلا إذا اتخذت الاحتياطات اللازمة للتخفيف من حدته عن طريق تغطية التربة بالمش أو بمحاصيل معينة (محاصيل التغطية) cover crop أو عن طريق الزراعة باتجاه خطوط التسوية أو إنشاء المدرج إلخ...

2 - المحاصيل الحافظة للتربة.

إن المحصول الذي يحفظ التربة هو المحصول الذي لا تتطلب زراعته إدخال اضطراب في أفاق التربة، كما أنه يزرع بشكل كثيف ويبقى فترة طويلة نسبياً في الأرض بحيث يخفف من تعريض التربة للانجراف. إن هذه المحاصيل هي النجيليات العلفية والفصة *Medicago* والبرسم (النفل) *Trifolium*. إنها تحافظ على المادة العضوية في التربة، وهذا شيء مهم جداً حتى ولو كانت تأخذ معها بعض العناصر المعدنية عند القطاف. فهي بهذه الطريقة تحافظ على خصوبة التربة وعلى إنتاجيتها.

3 - المحاصيل المحسنة للتربة.

إن هذه المحاصيل لا تحافظ على الموجود في التربة وإنما تجدد خصوبتها وتحسنها، وهنا أيضاً تأتي المادة العضوية في الدرجة الأولى. إن النباتات تستطيع تجديد المادة العضوية في التربة وبالتالي محتواها من الأزوت. والبقوليات هي النباتات التي تعطي أفضل النتائج بما يتعلق بتثبيت الأزوت. ولتحسين التربة يجب انتخاب نوع النبات البقولي وكذلك طريقة زراعته أيضاً. فمثلاً إذا زرع فول الصويا على خطوط متباعدة بهدف استعماله علقاً للحيوانات، فإنه يعرض التربة للانجراف ويؤدي إلى إفقار التربة بالعناصر المعدنية وإلى تهديم المادة العضوية تماماً كالذرة الصفراء، ولكنه إذا زرع على خطوط متقاربة، ساعد على حماية التربة من الانجراف، غير أن البقوليات الحولية لا تستطيع تجديد وتحسين خصوبة التربة أو تحسينها إلا إذا جرى طمرها فيها.

إذا نظرنا إلى تأثير هذه النباتات من حيث إغناء التربة بالمادة العضوية، وجدنا

انه ربما علينا أن ننتظر أكثر من مائة عام قبل أن نتمكن من مضاعفة المادة العضوية في تربة كانت تحتوي في الاصل على 2% عن طريق طمر المحصول البقولي في كل سنة، ولذلك فإنه من الأصح اعتبار طمر المحصول البقولي (السماد الأخضر) وسيلة للمحافظة على التربة أكثر من كونه وسيلة لتجديد وتحسين خصوبة التربة. إن أكثر ما نستطيع التوصل إليه بهذه العملية هو أن نحفظ المادة العضوية في التربة عند مستوى ملائم للحصول على إنتاج جيد، أما إذا كنا نريد حقاً زيادة الدبال في التربة فإنه يتوجب علينا اللجوء إلى مروج دائمة وليس إلى محاصيل زراعية حتى ولا إلى نبت حراجي مهما كان كثيفاً.

نبيّن في الجدول - 11 - فعالية التغطية النباتية، من حيث حماية التربة من الانجراف، وقد رتبناها تبعاً لتأثيرها المتناقص في حماية التربة.

جدول -11-

فعالية الاغطية النباتية المختلفة، مرتبة تنازلياً من حيث مدى حمايتها للتربة من الانجراف

نوع الغطاء النباتي	أمثلة
1 - النبت الدائم	غاية وقائية مراع مستديمة مروج
2 - مراع مؤقتة بقوليات ونجيليات	فصة. برسيم نجيليات
3 - بقوليات صغيرة البذور (علقية)	برسيم أبيض فصة
4 - حبوب نجيلية	شيلم دج شوفان
5 - بقوليات كبيرة البذور (تزرع لبذورها)	فول الصويا استق العبيد البازلاء
6 - محاصيل تزرع على خطوط متباعدة	الطن البطاطا الذرة الصفراء التبغ
7 - بور	بور صيفي الفترة بين الملاحة وبداية النمو

إن من أهم طرق المحافظة على خصوبة التربة، وبالتالي على مردود عالٍ وبشكل مستمر، هو اتباع مبدأ تعدد المحاصيل polyculture، بحيث تنتخب المحاصيل استناداً إلى خصائصها في حماية التربة ويتابع في دورة زراعية متوازنة، كما أنه من المفيد جداً إدخال محصول بقولي ضمن الدورة الزراعية لتجديد وتحسين خصوبة التربة. إن الرغبة في المحافظة على توازن البيئة وعلى خصوبة التربة تتطلب أيضاً تربية الحيوان والاستفادة من مخلفاته في تغذية التربة بالعناصر المعدنية وبالمادة العضوية لتحسين خواصها الفيزيائية وفي تنشيط عمل كائنات حية فيها.

إن تفهم الزراعة بهذا الشكل يؤمن للمزارع غلة مرتفعة ومن نوعية عالية كما يؤمن في الوقت نفسه المحافظة على خصوبة التربة.

4- محاصيل التغطية.

يخصص هذا التعمير لتسمية المزروعات المنتجة التي يتم إنتاجها بهدف حماية التربة من الانجراف. وإضافة المادة العضوية إلى التربة وتحسين خصوبتها. وقد بينت التجارب العديدة أن الحقول المزروعة، عندما تخلو من غطائها النباتي، تصبح شديدة الاستجابة للانجراف. وكذلك بالنسبة للأتربة التي تتميز بنسبة منخفضة من الدبال والضعيفة الخصوبة فإنها تكون سهلة الانجراف بواسطة مياه الأمطار والرياح. وبالإضافة إلى ذلك فإن فقد الدبال من الأتربة الزراعية على المنحدرات يزداد إذا لم تكن هذه الأتربة محمية بغطاء نباتي.

نلخص فيما يلي المزايا الرئيسية لمحاصيل التغطية:

- تخفف من الجريان السطحي للماء المطري وبالتالي تزيد من كمية الماء النافذ داخل التربة.
- تخفف إلى حد أدنى انجراف التربة، وبالتالي تقلل من فقد التربة لعناصرها المعدنية والعضوية ولموادها المغذية.
- ترفع من خصوبة التربة عندما تظمر وذلك نتيجة لتحسين البيئة وتخمين المواد المغذية.
- يمكن الإفادة منها للرعي.
- تحمي المداخل المنشأة حديثاً وكذلك الإنشاءات الاصطناعية المخصصة لمكافحة الانجراف.

بيننا فيما سبق أن المحاصيل المزروعة على خطوط متباعدة مثل القطن والذرة الصفراء والبطاطا والتبغ، تسبب فقد الدبال بكميات كبيرة من التربة. لذا فإنه يتوجب زراعتها ضمن دورة زراعية يكون أحد عناصرها محاصيل التغطية. وقد أدى

استعمال محاصيل التغطية في الولايات المتحدة الأمريكية إلى زيادة في المردود تقدر بـ 35% في حالة زراعة القطن و75% في حالة زراعة الذرة الصفراء. كما انخفض في الوقت نفسه انجراف التربة بشكل ملموس.

إن الأسلوب الذي يهدف إلى طمر محاصيل التغطية كسماد أخضر يعتبر من أحسن الأساليب التي يمكن اتباعها لصيانة الأتربة المزروعة. إن انتخاب نوع المحصول يتعلق بالعوامل البيئية المحلية وبالعوامل الاقتصادية و ببعض الأهداف الخاصة المراد التوصل إليها.

إن نباتات الفصّة *Medicago* والنفل (برسيم) *Trifolium* والترمس *Lupinus* والحمص إلخ... يمكن استعمالها كمحاصيل للتغطية. ويستعمل في بعض البلاد خليط من البقوليات والنجيليات (قمح، شوفان...) كمحصول تغطية لحماية التربة وتحسين خصوبتها. إن كل هذه النباتات المستعملة للتغطية بغية صيانة التربة، يجب أن تزرع بشكل كثيف وتنتشر.

2.3.6 - الوسائل الخاصة لصيانة التربة في المنحدرات لمكافحة الانجراف المائي

1 - توجيه العمليات الزراعية تبعاً لخطوط التسوية

يعتبر توجيه العمليات الزراعية (الحراثة، البذر، غرس الأشجار) باتجاه خطوط التسوية contour lines (خطوط الكونتور) من أهم الطرق الفعالة في حماية الأراضي التي لا يتجاوز انحدارها 4% من الانجراف المائي. والحقيقة أن كل خط حراثة وكل صف أشجار باتجاه خطوط التسوية يعتبر حاجزاً لجريان مياه الأمطار ويشجع تسرب المياه داخل التربة، وقد بينت الدراسات أن هذه الطريقة اقتصادية أيضاً بالنسبة للمزارع فهي توفر له الوقت والقدرة والمحروقات.

إن فعالية هذه الطريقة تنحصر في التربة النفوذة التي لا يتجاوز انحدارها 4%، إلا أنها تبدو غير فعالة في التربة غير النفوذة حتى ولو لم يتجاوز انحدارها 4% وخاصة في المناطق ذات الأمطار المتوسطة والعالية. ففي هذه الحالة يجب إجراء حراثة تحت التربة باتجاه خطوط التسوية لزيادة حجم الماء المتسرب داخل الأرض، كما تجري هذه الحراثة عندما تكون التربة جافة. وعندما يزيد انحدار الأرض عن 4%، فإن العمليات الزراعية باتجاه خطوط التسوية تصبح غير فعالة ولا تكفي لحماية الأرض من الانجراف ولا بد من اللجوء إلى طرق أخرى.

بالنسبة للحراثة باتجاه خطوط التسوية، يجب أن لا يزيد ميل خط الحراثة عن 1.5% وإلاّ ازدادت سرعة المياه وسببت انجرافاً للتربة. كما أن الماء الزائد على خطوط الحراثة يجب أن لا يسيل لمسافة أكبر من 150-180م دون أن يجد مخرجاً مائياً يصرفه خارج الحقل، في حالة الأمطار الشديدة والأتربة الضعيفة النفوذية. في حالة الأشجار المثمرة، فإن حراثة التربة، وحفر الجور وزراعة الغراس، عمليات يجب أن تتم باتجاه خطوط التسوية.

هذا ومن الجدير ذكره أن الطرق في المزرعة يجب أن تنشأ أيضاً باتجاه خطوط التسوية.

ب - الزراعة الشرائطية المتناوبة cropping strip

وهي طريقة لزراعة المحاصيل بشكل شرائط بحيث إن شريطي متتاليين لا يزرعان بالمحصول نفسه أو لا يجرى فيهما تحضير التربة للزراعة والعمليات الزراعية الأخرى في الوقت نفسه بحيث يجد الماء المتجمع على أحد الشريطين حاجزاً يمنعهُ من الانسيال وهو الشريط الثاني.

1 - أنواع الشرائط المتناوبة

يمكن تمييز نوعين من الشرائط المتناوبة المستعملة في حماية المنحدرات المزروعة من الانجراف المائي:

أ - الشرائط المتناوبة تبعاً لخطوط التسوية (خطوط الكونور)

في هذه الطريقة تتم زراعة المحاصيل بشكل شرائط تتبع تماماً خطوط التسوية. وبشكل عام، فإن هذه المحاصيل تتوالى بشكل دورة زراعية محددة تماماً. تستعمل هذه الطريقة لمكافحة الانجراف المائي، كما تستعمل أيضاً وبنجاح في الأراضي المنحدرة وفي المناطق التي يكون فيها للانجراف الريحي نفس خطر الانجراف المائي.

ب - الشرائط المتناوبة العرضانية المستقرة

يكون لهذه الشرائط عرض محدّد ومتساو، وتنشأ باتجاه عموديّ على الانحدار، إلاّ أنها لا تتبع تماماً خطوط التسوية. لا تستعمل هذه الطريقة إلاّ في المناطق المعقّدة التضاريس والنتيجة حيث يصعب إنشاء شرائط تبعاً لخطوط التسوية.

2 - عرض الشرائط

يرتبط عرض الشرائط المتناوبة بعدد من العوامل هي:

- انحدار الأرض.
 - نفوذية التربة واستجابتها للانجراف.
 - كمية وشدة الأمطار.
 - طبيعة وترتيب المحاصيل المختلفة في مخطط الدورة الزراعية.
- يبين الجدول - 12 - عرض الشرائط تبعاً لخصائص التربة والانحدار بناء على تجارب في الولايات المتحدة الأمريكية.

جدول -12-

العرض التلويحي للشرائط المتناوبة تبعاً للانحدار وخصائص
التربة مُقدراً بالقدم (0.3048 م)
(Custafson A.F 1941 عن)

الانحدار %	التربة جيدة الصرف مقاومة للانجراف فئة (1)	التربة متوسطة الصرف ومتوسطة المقاومة للانجراف فئة (2)	التربة سيئة الصرف وحساسة جداً للانجراف فئة (3)
135	110	85	
5	125	100	75
8	110	85	60
10	100	75	50
12	90	65	.
15	75	50	.
17	65	-	.
20	50	-	.

إن هذا الجدول يلائم المناطق التي تتميز بأمطار خفيفة قليلة التأثير في انجراف التربة، ومع ذلك فإنه لا يجوز أن يتجاوز الانحدار 20% و 15% و 10% بالنسبة لأنثربة الفئات 1، 2، 3 على التوالي. في المناطق التي تتميز بزخات مطرية قوية كالمناطق الخاضعة للمناخ المتوسطي مثل القطر السوري، والمناطق المدارية، فإنه يمكن تطبيق عرض الشرائط المعطى في الجدول - 12 - لأنثربة الفئة - 2 - بالنسبة لأنثربة الفئة - 1 - وكذلك تطبيق عرض الشرائط المعطى لأنثربة الفئة - 3 - بالنسبة لأنثربة الفئة - 2 -.

تبعاً لهذا الجدول فإن عرض الشريط يزداد أو ينقص 5 أقدام (1.524 م) كلما



تبيين الصورة الانجراف المائي الناتج عن حرانة الأرض المنحدرة باتجاه الانحدار



تبيين الصورة طريقة الحرانة باتجاه خطوط التسوية لمكافحة الانجراف المائي في الأراضي القليلة الانحدار



تبين الصورة زراعة الكرمة باتجاه خطوط التسوية لمكافحة الانجراف المائي في الأراضي المنحدرة



تبين الصورة طريقة الزراعة الشرائطية لمكافحة الانجراف المائي في الأراضي المنحدرة

نقص أو زاد الانحدار بمقدار واحد بالمتة. ومن الملاحظ أن عرض الشرائط يتناقص مع ازدياد الانحدار.

ومن الجدير ذكره أنه في الشروط المناخية المتوسطة، كالشروط السائدة في القطر السوري، لا يجوز اتباع الزراعة الشرائطية المتناوبة عندما يزيد الانحدار عن 15% بالنسبة للتربة الجيدة الصرف والمقاومة للانجراف و10% بالنسبة للتربة المتوسطة الصرف و8% بالنسبة للتربة السيئة الصرف. أما الأراضي التي يقل انحدارها عن 5% فإنها لا تحتاج إلى شرائط متناوبة لحمايتها من الانجراف، بل يكفي لذلك إجراء الزراعة تبعاً لخطوط التسوية وخاصة إذا كانت التربة مغطاة خلال فصل الأمطار.

يبين الجدول - 13 - عرض الشرائط المتناوبة المقترحة من قبل أ. نحال للمناطق التي تتميز بمناخ متوسطي.

جدول -13-

العرض التقويمي المقترح من قبل أ. نحال للشرائط المتناوبة
تبعاً للانحدار وخصائص التربة للمناطق الخاضعة للمناخ المتوسطي

الانحدار %	تربة جيدة الصرف ومقاومة للانجراف فئة (1)	تربة متوسطة الصرف ومتوسطة المقاومة للانجراف فئة (2)	تربة سيئة الصرف ومستجيبة جداً للانجراف فئة (3)
8	26 م	18	10,5
10	23 م	15	-
12	20 م	-	-
15	15,5 م	-	-

3 - تناوب المحاصيل على الشرائط

لزيادة فعالية نظام الشرائط المتناوبة في صيانة التربة المزروعة من الضروري انتخاب دورة زراعية مناسبة ومحاصيل زراعية ملائمة لهذا الغرض. إن الدورات الزراعية التي تأخذ بعين الاعتبار زراعة نجليات معمرة وبقوليات بشكل كثيف مشكلة بساطاً مستمراً بالتناوب مع محاصيل أقل حفظاً للتربة تشكل أفضل السبل للحد من الانجراف في الأراضي المزروعة.

ولهذا الغرض يمكن اتباع ما يلي:

- ١ - دورة زراعية رباعية: محصول على خطوط - حبوب - محصول علقي نجيلي أو بقولي لمدة سنتين.
- ب - دورة زراعية خماسية: محصول على خطوط - حبوب - محصول علقي نجيلي أو بقولي لمدة 3 سنوات.
- ج - دورة زراعية سداسية: محصولان على خطوط - حبوب - محصول علقي نجيلي أو بقولي لمدة 3 سنوات.

في المناطق العالية الأمطار من البلاد المتوسطية، لا توجد صعوبة في اتباع النمط الذي يجعل شريطاً من شريطين مغطى بالعشب في فترة الأمطار الشديدة، وهو النمط الأكثر فعالية لحماية التربة من الانجراف المائي.

إلا أنه في المناطق القليلة الأمطار، يترك عادة شريط بشكل أرض بور عارية أو مشغولة أو مع بقايا قش المحاصيل بينما يحمل الشريط التالي محصولاً علفياً.

4 - دمج الزراعة الشرائطية في طرق أخرى

في المناطق القليلة الأمطار وحيث تكون المنحدرات خفيفة وطويلة في آن معاً، يمكن دمج الزراعة الشرائطية بالمصاطب الأفقية التي تكون مسدودة من الطرفين لجمع مياه الأمطار. وبهذا الأسلوب يمكن الاستفادة من مياه الأمطار لزيادة الرطوبة في التربة وزيادة المردود ورفع كمية بقايا المحاصيل التي تساهم في حماية التربة بشكل أنسب مما لو استعملت الزراعة الشرائطية لوحدها.

هذا ومن الجدير ذكره أنه، لكي تعطي الزراعة الشرائطية النتائج المنتظمة، يجب أخذ كافة الاحتياطات الضرورية التي تساهم في تحسين خصوبة التربة. لذا يتوجب إجراء كافة العمليات الزراعية باتجاه خطوط التسوية وإضافة الأسمدة العضوية والمعدنية للاستعاضة عن المواد الغذائية المستهلكة من قبل المحاصيل وتحسين بنية التربة.

5 - الشرائط المتناوبة لمقاومة الانجراف الريحي

في المناطق الجافة وشبه الجافة يضطر المزارعون إلى تبوير الأرض بشكل دوري لتخزين المياه في التربة للاستفادة منها من قبل المحصول اللاحق. وتتعرض معظم هذه المناطق إلى رياح شديدة تسبب انجراف التربة، خاصة في الأراضي العارية من الغطاء النباتي. في مثل هذه الظروف يمكن الحد من تأثير الرياح في انجراف التربة بإنشاء شرائط باتجاه عمودي على الرياح الخطرة يتناوب عليها المحصول الزراعي

والبور. إن عرض الشريط الأكثر شيوعاً هو بحدود 60 متراً ونادراً ما يصل إلى 90 متراً. إن العرض الدقيق مرتبط بعرض الآلات الزراعية المستعملة في المزرعة. من الجدير ذكره أنه إذا تُمّت تغطية شريط البور بالقش مع مزج جزء منه بالتربة، فإن الانجراف الريحي ينخفض إلى حده الأدنى في هذا النظام من الزراعة الشرائطية المتناوبة.

ج - إنشاء المصاطب المدرّجة (المدرجات)

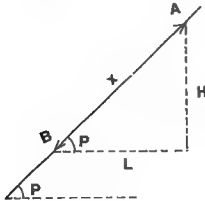
1 - مقدمة

عندما تصبح الطرق السابقة غير كافية لحماية التربة من الانجراف المائي، يجب اللجوء إلى نشر المدرجات * terraces لقطع انحدار الأرض والحد من الجريان السطحي لمياه الأمطار. تتألف المدرجات من مصاطب متراكبة فوق بعضها بعكس اتجاه الانحدار، وبأبعاد ومساحات تتعلق بشدة الانحدار وخصائص التربة ونوع المزروعات (محاصيل زراعية - أشجار مثمرة - أشجار حراجية).

أظهرت المدرجات فعالية عالية في مكافحة الجريان السطحي للمياه وتسهيل ترشيحها داخل التربة. إلا أن مكافحة الانجراف بهذه الطريقة هي أكثر كلفة من الطرق السابقة الذكر.

2 - بعض التعريف

1 - المسافة بين مصطبتين إذا كان لدينا مصطبتان A و B وإذا كان ميل الأرض P، فإن المسافة الشاقولية بين المصطبتين تساوي H والمسافة الأفقية تساوي L.



تحسب المسافة X على سطح الأرض كالتالي:

$$X^2 = H^2 + L^2$$

$$X = \sqrt{H^2 + L^2}$$

(*) تسمى الركبان في الجزيرة العربية.

إن تحديد المسافة X على سطح الأرض يسمح بتخطيط المدرجات وذلك عن طريق تعيين مكان كل مصطبة بعد معرفة المسافة الفاصلة بين المصطبة والأخرى.

ب - **مساحة الاستقبال:** هي المساحة الناتجة من جراء المسافة بين المصطبتين بطول إحدى المصطبتين.

ج - **مقطع المصطبتين:** هو مساحة مقطع شاقوي للماء في المصطبة عندما تكون المصطبة ممثلة تماماً بالماء.

3 - تصنيف المصاطب

أ - تصنف المصاطب بالنسبة لمقطعها الطولاني وطريقة عملها، في فئتين:
- **المصاطب الامتصاصية** absorption terraces وهي تنشأ لزيادة كمية مياه الأمطار المتصلة من قبل التربة، وبشكل خاص في المناطق القليلة الأمطار.

- **المصاطب التصريفية** channel terraces وهي تنشأ لتصريف الماء الزائد في الأتربة الضعيفة الصرف وفي المنحدرات الشديدة بواسطة قناة تجمع الماء الزائد وتوجهه نحو مخرج في طرف المصطبة.

ب - بالنسبة لطريقة الإنشاء، تصنف المصاطب في أربع فئات:

1 - المصاطب ذات الجدران الحجرية أو المغطاة بالأعشاب.

2 - المصاطب الامتصاصية.

3 - المصاطب التصريفية.

4 - المصاطب الحراجية.

1 - المصاطب ذات الجدران الحجرية أو المغطاة بالأعشاب

كانت هذه المصاطب تنشأ في مناطقنا منذ قرون عديدة على المنحدرات الشديدة لاستغلالها في زراعة المحاصيل والأشجار المثمرة، وخاصة في الأراضي الصخرية التي تحتوي على تربة تحتية عميقة نسبياً، إنها مكلفة جداً، لذا يفضل إنشاؤها بالنسبة للزراعات العالية أو المروية.

تنشأ هذه المصاطب بشكل أفقي تقريباً أو مائل قليلاً لتسهيل صرف الماء الزائد وباتجاه عمودي على الانحدار تقريباً. وتُفصل المصطبة عن الأخرى بجدار حجري أو بنباتات كثيفة، ويعتمد في إنشائها على الوضع الطبوغرافي والانحدار وطبيعة الأرض، وغالباً ما تنشأ دون أن يكون بينها تباعد ثابت أو عرض ثابت. يكون للجدران الحجرية ميل خفيف لتلافي الانهيارات بعد الأمطار الشديدة، لا تزال

تستعمل هذه المصاطب في المناطق الوعرة في البلاد المتوسطة، وهي تعتبر وسيلة فعالة لاستغلال الأراضي في المنحدرات الصخرية في جبال سورية ولبنان حيث تزرع بالأشجار المثمرة وبالتبغ. يتم إنشاء هذه المدرجات باستعمال آلات بسيطة وحيث يكون العمل اليدوي أساسياً نظراً لصعوبة عمل الآلات الضخمة.

ومن الجدير بالذكر أنه لزيادة فعالية هذه المدرجات في حماية التربة من الانجراف المائي، يجب دراسة إمكانية تصريف المياه من المصاطب المختلفة دون اضرار عن طريق تأمين مخارج مائية في طرف المصاطب.

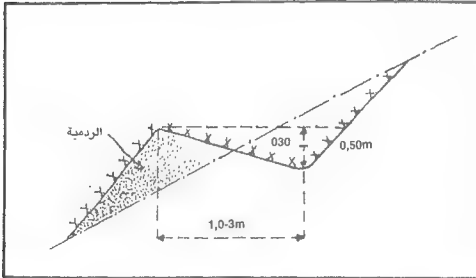
توجيهات لتصميم وبناء المصاطب ذات الجدران الحجرية مع فرق في الارتفاع (المسافة الشاقولية) يعادل متراً واحداً

ميل الأرض	%5	%10	%15	%20	%25	%30	%35
عرض المصطبة المخصصة للزراعة	18.50 م	8.50 م	5.17 م	3.50 م	2.50 م	1.83 م	1.36 م
العرض الكلي للمصطبة	20.00 م	10.00 م	6.67 م	5.00 م	4.00 م	3.33 م	2.86 م
عدد المصاطب في 100 م انحدار	5	10	15	20	2.5	30	35
العمق الاعظمي للحفر (الصرف غير محسوب)	0.47 م	0.45 م	0.42 م	0.40 م	0.37 م	0.35 م	0.32 م
مساحة المصطبة المتوفرة للزراعة بالهكتار	0.925	0.850	0.775	0.700	0.625	0.550	0.475
حجم الحفر في الهكتار للمصاطب	1175 م ³	1135 م ³	1077 م ³	1020 م ³	963 م ³	903 م ³	847 م ³

2 المصاطب الانمصاصية

تتسأ هذه المصاطب لمكافحة الانجراف المائي وزيادة امتصاص الماء من قبل التربة في أن معاً، وذلك عن طريق السماح لمياه الأمطار التي تلتقطها المصطبة بأن تتوزع على أكبر مساحة ممكنة ضمن المصطبة. وتتألف المصطبة من الردمية وقناة التصريف (انظر الشكل).

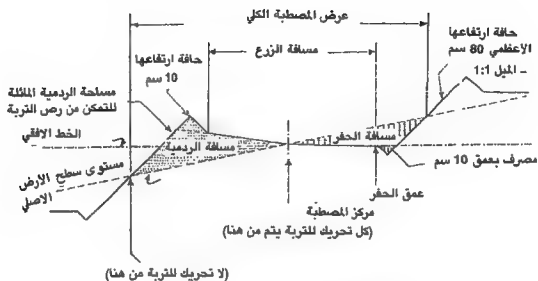
استعملت هذه المصاطب في عدد من البلاد في الشروط التالية:
- مناطق قليلة الأمطار.



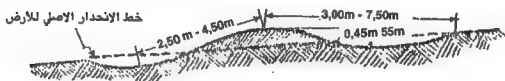
مقطع تصويري لمصطبة يبين الجزء المحفور على اليمين والردمية على اليسار



تبيين الصورة مصاطب مدرجة ذات جدران حجرية لمكافحة الانجراف المائي في الأراضي الشديدة الانحدار في الجبال الساحلية السورية



الشكل (1) - مقطع في مصطبة ذات جدار حجري مائل -



مصطبة امتصاصية
(مبنية بواسطة التراب المأخوذ من الطرفين)



مصطبة تصريفية
(مبنية بواسطة التراب المأخوذ من الطرف الأيمن)



..... مصطبة امتصاصية

..... مصطبة تصريفية

..... خط الانحدار الأصلي للأرض

– أراضٍ خفيفة الانحدار لا يتجاوز ميلها 3-4%، للتمكن من المحافظة على التربة والمياه.

– أترية جيدة النفودية لامتصاص ماء المطر بسرعة.

كما استعملت أيضاً في أترية رملية على أراضٍ خفيفة الانحدار وفي مناطق عالية الأمطار، إلا أنه لا يجوز استعمالها في أترية سيئة الصرف.

لرفع من فعالية هذه المصاطب، من الضروري الانتباه إلى ما يلي:

– أن يكون ميل سطح المصطبة قليلاً جداً، أي أن يكون سطح المصطبة أفقياً تقريباً.

– أن يكون للردمية filling up ارتفاع كافٍ لحجز الماء على أكبر مساحة ممكنة، وأن تكون هذه المساحة كافية لتسهيل العمليات الزراعية.

– أن يجري حفر الأرض عند بناء الردمية بكل عناية لتتلاقى تجمع المياه في بقع ضيقة أثناء جريان مياه الأمطار.

في مثل هذه المصاطب تكون للردمية أهمية خاصة أكثر من قناة تصريف المياه التي لا تزيد عن كونها نتيجة لحفر الأرض ولبناء الردمية، وذلك بعكس المصاطب التصريفية حيث تكون للقناة الأهمية الأساسية في المصطبة. يبلغ طول المصطبة حوالي 200-300 متر.

لامتصاص أكبر كمية من الماء تكون قناة تصريف المياه مغلقة عادة من طرفي المصطبة بحيث تشكل خزاناً للماء يساعد على ترشيح الماء داخل التربة. وفي المناطق التي يخفى فيها زخات مطرية قوية، فإن قناة التصريف تكون نصف مغلقة للتمكن من تصريف المياه الزائدة.

إن استعمال هذه المصاطب مقصور عادة على الحقول الصغيرة كما أنها تستخدم في حال عدم إمكانية إيجاد مخرج جيد لمياه الأمطار وللإستفادة منها في الري.

ومن الجدير ذكره أنه خارج المناطق القليلة الأمطار، لا تستعمل هذه المصاطب لمكافحة الانجراف المائي على المنحدرات التي يقل ميلها عن 5% باعتبار أنه يكفي إجراء العمليات الزراعية من حرثة وعزيق وغرس أشجار باتجاه خطوط التسوية للتمكن من مكافحة الانجراف المائي. إلا أن استعمالها مفيد في المناطق الجافة وشبه الجافة لتجميع مياه الأمطار للإستفادة منها في الزراعة.

3 - المصاطب التصريفية

1 - الهدف من إنشائها تنشأ هذه المصاطب، كما أوضحنا سابقاً، لمنع الجريان

السطحي لمياه الأمطار ورفع نسبة ترشيح الماء داخل التربة. وبالإضافة إلى ذلك فإنها تقود الماء الزائد عن المصاطب بسرعة خفيفة ضمن قناة نحو مخرج مائي لتصريفه.

تصمم هذه المصارف لتصريف جزء من ماء الأمطار، إما لأن نفوذية التربة ضعيفة (أتربة غضارية) أو لتلافي الترشيح الزائد للماء في الأتربة الرملية العالية النفوذية للتخفيف من انغسال التربة وإفقارها بالعناصر المغذية.

يستعمل الماء الزائد عن المصاطب لري المروج أو تخزينه بالوسائل المتوفرة في المزرعة (صهاريج، خزانات... الخ). في هذا النوع من المصاطب تقوم قناة التصريف بدور هام لأنها مصممة لصرف الماء الزائد الصادر عن الحقول العليا وبسرعة خفيفة بحيث لا تسبب انجرافاً للتربة، أما الردمية فتكون قليلة الارتفاع لتسهيل الاستغلال الزراعي وإجراء العمليات الزراعية المختلفة على المصطبة.

ب - شروط الإنشاء تظهر فائدة إنشاء هذه المصاطب على الأراضي المنحدرة لمكافحة الانجراف المائي في شروط الميل وخصائص التربة التالية:

الميل	خصائص التربة
فوق 12-15%	أتربة جيدة الصرف ومقاومة للانجراف
فوق 10%	أتربة متوسطة الصرف ومتوسطة المقاومة للانجراف
فوق 8%	أتربة سيئة الصرف حساسة جداً للانجراف

إذا كان تصميم هذه المصاطب جيداً أمكن إنشاؤها في انحدارات عالية نسبياً تصل إلى 35%. إلا أنه يلاحظ إذا أريد استعمال الآلات الزراعية الحديثة الضد نمة أنه يفضل أن لا يزيد ميل الأرض التي تنشأ عليها هذه المصاطب عن 12%، كما هو الحال في الولايات المتحدة الأمريكية.

إن إنشاء المصاطب التصريفية لا يمكن أن يتم بنجاح دون الأخذ بعين الاعتبار إنشاء شبكة من المخارج للمياه الصادرة عن المصاطب، بحيث يتكامل إنشاء المدرجات مع إنشاء شبكة تصريف المياه وجمعها في أسفل المنحدر والاستفادة منها في الري.

هذا ويجب أن يوضع مخطط المصاطب والمخارج المائية بشكل دقيق تبعاً لخطوط التسوية قبل الابتداء بتهيئة الأرض، كما يجب تنفيذ المخطط بشكل دقيق جداً وبشكل كامل، وإلا أعطت هذه الطريقة نتائج عكسية وأدت إلى انجراف أكبر للتربة.

وذلك بأن تتجمع المياه في مصاطب معينة بدلاً من أن تتوزع على كافة مساحة الأرض في حال عدم إنشاء المدرجات.

هذا من المفيد أن يستعين المزارع باختصاصيين لتخطيط وتنفيذ شبكة المصاطب والمخارج المائية، كما عليه أن يستفيد من خبرات غيره من المزارعين في نفس المنطقة.

ج - **المسافة بين المصاطب** إن المسافة بين المصاطب يجب أن تسمح بالحد من الانجراف المائي وبترشيع الماء في التربة بالشكل الأفضل، ولذلك يؤخذ بالاعتبار لحساب المسافة بين مصطبتين عوامل انحدار الأرض والخصائص الفيزيائية للتربة، وخاصة بما يتعلق بنفوذية التربة للمياه ومقاومتها للانجراف المائي.

إن المعادلات المستعملة لحساب المسافة بين المصاطب هي معادلات تجريبية وضعت في ظروف بيئية معينة، وهي تطبق عادة على الحالات الوسطى بالنسبة لخصائص التربة، وتترك جانباً الحالات القصوى مثل الأراضي المارنية الضعيفة النفوذية والأراضي العالية النفوذية.

بالنسبة للمناخ المتوسطي، ننصح باستعمال معادلاتي سكاردي Saccardy التاليتين اللتين وضعتا وجربتا في الجزائر وأعطتا نتائج جيدة.

المعادلة الأولى: تطبق في حالة الانحدارات التي يقل ميلها عن 25% وهي:

$$H^3 = 260P$$

حيث H: المسافة الشاقولية بين مصطبتين بالأمطار.

P: الميل، ويعبر عنه بأرقام عشرية، مثلاً 25% تكتب 0.25

المعادلة الثانية: تطبق في حالة الانحدارات التي يزيد ميلها عن 25% وهي:

$$H^2 = 64P$$

يجب أن تعدل الأرقام الناتجة من المعادلتين تبعاً لخصائص التربة.

تقرب المصاطب من بعضها في الأتربة الغضارية القليلة النفوذية، وتبعد في الأتربة الجيدة النفوذية.

د - **ميل المصطبة** بالنسبة للمصاطب التصريفية، ويهدف الحد من انجراف التربة في القناة، ينصح بعدم تجاوز 30% (30 سم لكل 100 متر) إلى 0.50%

كحد أعلى لمل القناة باتجاه المخرج. إن هذا الميل البسيط يتطلب إجراء تسوية دقيقة للمصاطب.

و - مقطع المصطبة. يجب أن يلبي المقطع العرضي للمصطبة ثلاثة شروط رئيسية: - سعة كبيرة.

- يجب أن يكون ميل جريان الماء وميل سفوح الردميات أفقيين تقريباً لتسهيل عمل الآلات الزراعية، إلا في حال استعمال الآلات الصغيرة. - كلفة قليلة.

إن عمق الماء في المصطبة يراوح بين 35 و50 سم. أما عرض المصاطب فيراوح بين 4.5 و12 متراً تبعاً لميل الأرض وطبيعة الآلات الزراعية المستعملة. فكلما كانت الآلات كبيرة توجب زيادة عرض المصطبة.

ز - زراعة المصاطب. من الضروري أن نتذكر دوماً أن إنشاء المصاطب، حتى ولو تم بشكل جيد، فإنه لا يكفي وحده لإيقاف الانجراف المائي، ولصيانة التربة والمياه.

إن إنشاء المدرجات ليس إلا بداية للاستغلال الرشيد للأراضي المنحدرة في الزراعة. إن نجاح وفعالية هذا الأسلوب مرتبطان بالطرق المتبعة في إجراء العمليات الزراعية وبمدى الاعتناء بالمصاطب نفسها وصيانتها المستمرة. وإهمال هذه المبادئ يؤدي غالباً إلى تخريب المصاطب وعودة الانجراف المائي وربما بشدة أكبر من بعض المواقع المخربة.

لتلافي تدهور المدرجات وجعلها تقوم بوظيفتها على أكمل وجه، من الضروري القيام بكافة العمليات الزراعية (حرث، غرس،... الخ) على المصطبة باتجاه خطوط التسوية، بشكل مواز لحرفها. هذا ويمكن دمج الزراعة الشرائطية بإنشاء المدرجات لمكافحة الانجراف المائي بشكل أفضل على المصطبة نفسها.

ح - تصريف المياه الزائدة. يجري تصريف المياه الزائدة عن المصاطب المتراكمة بواسطة مخارج مائية outlets. ولقد وضعنا سابقاً أن صرف الماء الزائد عن المصاطب هو مسألة بالغة الأهمية عند إنشاء شبكة المصاطب على المنحدرات وخاصة في حالة المصاطب التصريفية.

إن شبكة المصاطب تحد من خطر مياه الأمطار الساقطة على المنحدر عن طريق تقسيمها وتوزيعها، فبدلاً من أن تندفع مع المياه المتدفقة بقوة على المنحدر، تقسم وتوجه إلى نهاية المصاطب، (أي أن كل المياه الزائدة تتجمع في أطراف المصاطب) ومن الضروري جمع هذه المياه وتوجيهها نحو أماكن لإعادة استعمالها في الري أو لتخزينها وذلك دون أن تسبب أضراراً.

إن هذا يوضح لنا أهمية تحديد أماكن المخارج المائية وخصائصها منذ البداية، أي أثناء تخطيط شبكة المدرج، وكذلك أهمية الاعتناء بها بشكل تتمكن من جمع وصرف المياه الزائدة دون أن تسبب انجراف التربة.

يجب إنشاء المخارج المائية سنة أو عدة سنوات قبل إنشاء شبكة المدرج، وبشكل تستطيع أن تؤمن تدفق الحد الأعظمي للمياه الجارية والذي يمكن أن يحصل خلال 10 سنوات. تحدد سرعة جريان المياه في المخارج تبعاً لاستجابة التربة للانجراف.

تشكل المخارج المائية جزءاً لا يتجزأ من المصاطب التصريفية، بينما لا تحتاج المصاطب الامتصاصية إلا نادراً إلى تصريف مياهها الزائدة، كما أوضحنا فيما سبق، ولذلك لا توجد ضرورة لإنشاء المخارج المائية في هذا النمط من المصاطب. إلا أنه في بعض المنحدرات الشديدة، تضطر أحياناً إلى استعمال المصاطب الامتصاصية للمحافظة على المياه والاستفادة منها في ري المزروعات ومكافحة الانجراف المائي في الوقت نفسه، كما هو الحال عند استزراع المنحدرات الشديدة في المناطق القليلة الأمطار. في هذه الحالة، يكون من الضروري التفكير بتصريف كميات كبيرة من الماء الزائد عن المصاطب خاصة عندما تسقط الأمطار بشكل زخات قوية كما في البلاد المتوسطة، وذلك عن طريق إنشاء مخارج مائية ضمن شبكة المدرج.

1 - المخارج المائية الطبيعية. يمكن الاستفادة من المنخفضات الطبيعية والأخاديد (التي يجري تثبيتها بواسطة النبات) والمروج الطبيعية والغابات الكثيفة كمخارج للمياه وتوزيعها.

2 - المخارج المائية الاصطناعية. في حال عدم توفر مخارج طبيعية أو إذا كان الانجراف المائي الشديد يمنع استعمالها إن وجدت، ينصح إذ ذاك بإنشاء مخارج اصطناعية. إن هذا النوع من المخارج مستعمل خاصة في الولايات المتحدة وهي:

1 - المخارج الاصطناعية المغطاة بالأعشاب اصطناعياً وهي أقتية عريضة تزرع بالأعشاب، ويميل يتراوح بين 0.5 و14% في الحالات القصوى. عندما يكون انحدار الأرض شديداً، تنشأ حواجز ومساقط إسمنتية للتخفيف من تدرج الانحدار.

يفضل أن لا يزيد طول المخارج عن 800 إلى 1000 متر. إن انتخاب نوع الأعشاب له أهمية بالغة في إنشاء الغطاء النباتي للمخارج بحيث تكون متكيفة مع البيئة ومقاومة لجرف الماء. إن النجيليات ذات الريزومات (الجداميم) هي الأفضل. وقد لوحظ أن النجيل *Cynodon dactylon* يستطيع أن

يتحمل سُرْعاً مائتة بحدود 2.5 إلى 3 أمتار في الثانية دون أن يتضرر. إن هذا النبات يمكن استعماله بسهولة وتجاح في البلاد المتوسطة.

عندما تكون التربة فقيرة، يجري تسميدها وحرثتها قبل زراعة المروج، وغالباً ما يتم البذر بوجود غطاء من القش فوق التربة للتخفيف من جرف المياه للبذور.

ب - المخارج المغطاة بمواد مختلفة، عندما تكون العوامل البيئية غير مناسبة لنمو النباتات، يلجأ إلى طرق ميكانيكية لحماية المخارج المائية برص الاحجار أو بالاسفلت أو حتى باستعمال أنابيب معدنية.

4 - المصاطب الحراجية:

تقسم المصاطب الحراجية إلى قسمين:

أ - مصاطب مدرجة.

ب - مصاطب هلالية.

1 - المصاطب الحراجية المدرجة graded terraces

- في حالة الانحدارات الشديدة التي يزيد ميلها عن 35-40% والتي يصعب استغلالها زراعياً بشكل اقتصادي وبالألات الزراعية الحديثة وباتباع الطرق السابقة.

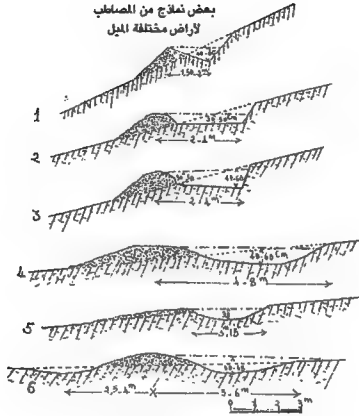
- في حالة التشجير الحراجي للمواقع المتخصصة لهذا الغرض، ولو كان الانحدار أقل من 30-40%، وذلك لحماية التربة من الانجراف والاستفادة بشكل أفضل من مياه الأمطار لري الأشجار.

من الجدير ذكره أنه في المناطق الجبلية العالية، مثل المناطق الساحلية من سوريا ولبنان حيث كثافة السكان عالية والأراضي القابلة للزراعة محدودة، تنشأ مصاطب حجرية لزراعة التبغ والأشجار المثمرة حتى على المنحدرات الشديدة والتي تخصص عادة في مناطق أخرى للتشجير الحراجي. تنشأ المدرجات في هذه الحالة بواسطة آلات بسيطة، كما يكون العمل اليدوي أساسياً خاصة لبناء الجدران الحجرية.

تكون جدران هذه المصاطب ترابية في معظم الأحيان، إلا أنه في حالة الأراضي الشديدة الانحدار والعارية من الغطاء النباتي الطبيعي، يجري تشييد هذه المصاطب بجدران حجرية وبميل خفيف لتلافي الانهيارات. تحسب المسافات بين المصاطب تبعاً لمعادلتى سكاردي.

يتراوح عرض المصاطب بين 1.5 و2 مترين وعمقها من 40 إلى 60 سم، كما تكون مائلة قليلاً إلى الداخل لتجميع مياه الأمطار ووضعها تحت تصرف الأشجار (انظر الشكل).

بعض نماذج من المصاطب
لأراضٍ مختلفة الميل



- 1 - مصطبة حراجية لأراضٍ شديدة الإندثار ميلها أكبر من 40%
- 2 - مصطبة ذات قعر ألقى لأراضٍ ميلها أكبر من 15%
- 3 - مصطبة ذات قعر مائل إلى الداخل لأراضٍ ميلها أكبر من 15%
- 4 - مصطبة لأراضٍ ميلها أقل من 15%
- 5 - مصطبة نيكول Nichols لأراضٍ ميلها أقل من 15%
- 6 - مصطبة لأراضٍ خفيفة الميل.

ب - المصاطب الحراجية الهلالية

تنشأ هذه المصاطب في الأراضي ذات الأتربة العميقة والتي تحتوي على أخاديد نتيجة الانجراف المائي بهدف جمع مياه الأمطار في المناطق القليلة الأمطار للتشجير الحراجي. وفي هذه الطريقة تنشأ المصاطب على شكل هلال فرعاء متجهان نحو أعلى المنحدر بدلاً من إنشاء مصاطب طولانية باتجاه خطوط التسوية.

نظراً لعدم تجانس الأرض، تنشأ المصاطب على مسافات غير منتظمة ومبعثرة على المنحدر وتزداد مساحتها مع ازدياد جفاف المنطقة بغية زيادة التقاط مياه الأمطار. في المنحدرات المتجانسة نسبياً، تنشأ هذه المصاطب بشكل رجل الغراب لتسهيل

التقاط الماء المنسال من هلالين علويين بواسطة الهلال الأسفل.
يمكن إنشاء المصاطب الهلالية في أخاديد الانجراف الصغيرة على أن توضع بشكل عمودي على الانحدار، أما في الأخاديد العميقة، فلا بد من تخفيف انحدار الأخاديد قبل إنشاء هذه المصاطب.

3.3.6 - مكافحة تملُّح الأراضي

1 - عموميات ومبادئ مكافحة تملُّح الأراضي

1 - إن مكافحة تملُّح الأراضي في المناطق الجافة وشبه الجافة المروية، عملية معقدة تحتاج إلى مستويات عالية من التكنولوجيا، لذا فإن الطرق الوقائية هي التي يجب الاهتمام بها كوسيلة أساسية لمكافحة التملُّح، كما يجب أن تكون هذه الطرق مُوجَّهة للمستثمر في كافة العمليات التي يقوم بها، بالإضافة إلى أنها أقل كلفة وأسهل تطبيقاً من تقنيات استصلاح الأراضي المالحة.

2 - إن مكافحة تملُّح الأراضي تتطلب معرفة ما يلي:

- التوازنات المحلية واحتياجات غسل الأرض استناداً إلى المحصول المنوي زراعته.

- كمية ونوعية المياه المتوفرة.

- نفوذية التربة.

- خصائص صرف المياه في الأراضي ومستوى الماء الأرضي ونوعيته.

- النمط الزراعي.

- تصميم مشاريع الري.

ويمكن تلافي تملُّح الأراضي عن طريق المحافظة على توازن ملحي مقبول في التربة.

3 - يعتبر انخفاض نفوذية التربة العقبة الكبرى في عملية مكافحة تملُّح الأراضي. عندما يكون معدل تبخر الماء على سطح التربة أعلى من نفوذية التربة، فإن المحتوى الملحي للتربة يزداد حتماً مع الزمن. لذا يجب معالجة ذلك عن طريق كسر الطبقة الكثيفة بالحرارة إذا كانت كتومية التربة ناتجة من وجود طبقة كثيفة في مقطع التربة، أو عن طريق إضافة جبس أو أي مصدر رخيص من الكالسيوم القابل للذوبان إذا كانت الكتومية ناتجة من وجود كمية عالية من الصوديوم القابل للتبادل.

4 - تعتبر طريقة الزرع هامة جداً أيضاً، إذ إنه عند انخفاض رطوبة التربة يزداد تركيز الأملاح بالقرب من البذور ويؤثر سلباً في إنباتها وفي نموها مستقبلاً. يحدث ذلك بشكل خاص في حالة المحاصيل المزروعة على أثلام، أكثر مما

يحدث في حالة الري بالأحواض. ومن المعروف الآن أن المحتوى الملحي في قمة التلم furrow هو أعلى منه على جانبيه، لذا يمكن التخفيف من التأثير السلبي للملوحة عن طريق الزرع على جوانب التلم.

5 - تعتبر الملوحة زائلة من التربة إذا جرى غسل الأملاح إلى ما تحت منطقة الجذور من مقطع التربة بين 50 و250 سم عمقاً تبعاً لنوع المحصول. تحتاج الأتربة الصودية إلى إضافة جبس، وهذا الأخير يكثر استعماله في المكسيك والاتحاد السوفييتي والهند وباكستان وكولومبيا وهنغاريا وأستراليا. في حالة وجود كمية كافية من الكسبيوم القابل للذوبان في التربة المالحة، فإن عملية إزالة الملوحة لا تحتاج إلى إضافة الجبس.

6 - من أجل تعزيز عمليات استصلاح الأراضي المالحة يمكن اللجوء إلى الأعشاب والبقول كما في أستراليا والعراق أو إلى الحبوب (الأرز في الصين وتركيا وباكستان وهنغاريا). إذا كانت الملوحة مرتفعة، فإنه من الضروري في البداية إجراء غسل مسبق للقسم العلوي من التربة قبل أن تتم زراعة محاصيل متحملة للملوحة.

جرى في باكستان واليونان والصين زراعة النبات البقولي *Sesbania aculeata* لاستصلاح أراض مالحة ثقيلة القوام، غنية بالصوديوم وضعيفة النفوذية. وقد ساعدت هذه الزراعة على تحسين نفوذية التربة وعملية الغسل.

ب - استصلاح الأراضي المالحة

تهدف عمليات استصلاح الأراضي المالحة إلى تخفيض تركيز الأملاح في منطقة الجذور إلى حد يتلاءم مع نمو المحصول وإلى تخفيض الصوديوم القابل للتبادل، كلما كان ذلك ضرورياً.

إن استصلاح الأراضي المالحة ليس بالعملية السهلة كما أوضحنا سابقاً، وتزداد هذه العملية صعوبة إذا كانت هذه الأراضي واقعة في المناطق الجافة.

ويشكل عام يمكن القول إن استصلاح الأراضي المالحة يمر بالمراحل الأربع التالية:

1 - الدراسات الأولية.

2 - إزالة الملوحة.

3 - الاستزراع.

4 - الاستثمار.

1 - مرحلة الدراسات الأولية

تتضمن هذه الدراسات انتقاء الأراضي التي يمكن استصلاحها ودراسة مستوى

الماء الأرضي وإقامة شبكة من المصارف...

أ - إنتقاء الأراضي

إن إمكانية استصلاح الأراضي المالحة ترتبط ارتباطاً وثيقاً بالنفوذية. وبصورة عامة، تعتبر الأتربة الجيدة النفوذية سهلة الاستصلاح ولها قابلية جيدة للري. أما الأتربة الضعيفة النفوذية الغضارية فإنها صعبة الاستصلاح.

ب - دراسة مستوى الماء الأرضي

عند كل محاولة استزراع وري أراض مالحة في المناطق الجافة، فإنه من الضروري القيام دوماً بدراسة دقيقة لمستوى الطبقات المائية الأرضية، لمعرفة شروط تغذيتها بالمياه وشروط تدفق المياه. كما أنه من الضروري قياس خط ارتفاع مستوى الماء الأرضي عندما يتم الري. إن إهمال مثل هذه الدراسة الأساسية يمكن أن يؤدي إلى فشل كبير، لاسيما إذا كانت الطبقة المائية الأرضية مالحة.

بين كوفدا (Kovda, 1961) أن تملح التربة الناتج من ارتفاع مستوى طبقة الماء الأرضي يرتبط بدرجة ملوحة هذا الماء. كلما ارتفع تركيز الملوحة في طبقة الماء الأرضي كلما سببت هذه الطبقة تملحاً للتربة وهي على عمق أكبر. وبشكل عام إذا كان تركيز الأملاح في طبقة الماء الأرضي بحدود 10 إلى 15 غرام/لتر في المناطق الجافة، فإن العمق الحرج لمستوى طبقة الماء الأرضي يراوح بين 2 و 2.5 متر. أما إذا كان تركيز الأملاح بحدود 1 إلى 2 غرام/لتر، فإن العمق الحرج لمستوى طبقة الماء الأرضي يمكن أن يصل من 1 إلى 1.5 متر. وهذا يعني أنه أثناء استصلاح الأراضي المالحة أوري الأراضي في المناطق الجافة يجب المحافظة على مستوى طبقة الماء الأرضي عند عمق أقل من العمق الحرج.

ج - إقامة شبكة من المصارف

إن عمليات صرف المياه من الأراضي المالحة المطلوب زراعتها بمحاصيل مروية هي عمليات أساسية لا يمكن التغاضي عنها تحت طائلة الفشل المحم. من المفيد في الحالات الصعبة، أخذ حد من الأمان بوضع أسفل المصارف على عمق مترين على الأقل وسطياً بالنسبة لسطح التربة. أما الأقتنية المجمعة للمياه فتوضع على مسافات تراوح بين 200 و 500 متر. إن المسافات التي يجب تركها بين المصارف الثانوية تتعلق بما يلي:

- مستوى الماء الأرضي ودرجة تملحه.
- ملوحة التربة.
- قوام التربة.

في منطقة يافان في طوجكستان في الاتحاد السوفييتي، تم وضع المصارف الأفقية على عمق متر ونصف إلى مترين تبعاً لقوام التربة، وقد أدى ذلك إلى نتائج جيدة في تحسين الاتربة المالحة البيضاء.

يهدف الصرف الأفقي إلى تحقيق ما يلي:

- تخفيض مستوى الماء الأرضي إلى ما تحت المستوى الحرج بالنسبة لنمو المحاصيل، وهذا يتطلب إبقاء مستوى الماء الأرضي على عمق يُعادل مترين ونصف على الأقل.

- تنظيم حركة المياه السطحية والمياه الأرضية بشكل فعال، بحيث يتم إحلال المياه الحلوة تدريجاً محل المياه المالحة.

- المحافظة باستمرار على ميزان ملائم للمياه والأملاح، لتلافي خط تملح جديد.

- معالجة انعدام تدفق المياه في المنطقة المراد استزاعها بتنظيم جريان عام عن طريق إجراء تحويل لمياه الصرف والمياه الأرضية.

2 - مرحلة إزالة الملوحة dezalinization water

تهدف هذه المرحلة الطويلة نسبياً إلى إزالة الملوحة من قسم التربة الذي تمتد فيه جذور المحاصيل. وفي هذه المرحلة يتم ما يلي:

1 - تحضير التربة

إن نجاح عملية غسل التربة بشكل خاص وعمليات تحسين الاتربة المالحة بشكل عام مرتبط ارتباطاً وثيقاً بتحضير جيد للتربة. من الضروري تسوية التربة بشكل جيد وذلك لتلافي ظهور البقع الملحية الفصلية، أو للتخفيف من ظهورها نتيجة عدم تساوي سطح التربة من جهة، وللرفع من فعالية عمليات غسل الأملاح والاقتصاد في مياه الري بعد تهيئة الأرض للزراعة من جهة أخرى.

قبل الري، يجب حراثة الأراضي المالحة حراثة عميقة ولعدة مرات بهدف تسهيل نفوذ الأمطار الشتوية الأولى التي لها تأثير واضح في عملية غسل الأملاح. كما أنه من المفيد اتباع الزراعة على أثلام، لاسيما الأثلام الكبيرة بحيث تكون المسافة بين الأثلام 1 - 1,20 م وارتفاع الثلم، 30 سم. ويمكن إضافة الرمل إلى الاتربة الكتيمية الغنية بالفضار Clay لتحسين النفوذية وتسهيل عمليات غسل الأملاح. كما ينصح بإجراء حراثة ما تحت التربة subsoiling في الأراضي المالحة الحاوية على طبقة كتيمية.

ب - الغسل والتصريف

إن أهم الطرق المستعملة لتخليص التربة من الملوحة الزائدة هي استخدام

الأقنية الأرضية وعملية الغسل أو الغمر inondation. إن الجمع بين هاتين الطريقتين أي الغمر بعد وضع شبكة الصرف الأرضي، يعتبر من أفضل الحلول كملاً وفعالية حيث يتم غسل الأملاح وطردها من التربة عن طريق شبكة المصارف الأرضية.

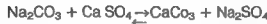
تجري عمليات الغسل فقط في نهاية الصيف وفي أرض مستريحة وعندما يكون التركيز الملحي السطحي في حده الأمثل. يجب استخدام مياه غزيرة لتسهيل غسل الأملاح، كما يجب ترك الأرض رطبة بعد عمليات الغسل.

ومن المفيد أن تكون مياه الغسل قليلة الملوحة. فالمياه الحاوية على غرام واحد في اللتر من الأملاح يمكن استخدامها في غسل كل التربة حتى الشديدة الملوحة منها. أما المياه الحاوية أربعة أو خمسة غرامات في اللتر، فإنها تسبب حوادث تملح مؤقتة للتربة بعد ثلاث إلى أربع ريات للغسل، كما يلاحظ أن المياه الحاوية ستة غرامات في اللتر، فإن حوادث التملح المؤقتة تحدث بعد ريتين.

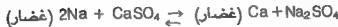
إن المياه الحاوية تراكيز أكبر لا يمكن استخدامها إلا لغسل الأراضي العالية النفوذية.

ج - استخدام الجبس والكبريت

يوصي العديد من الإختصاصيين باستعمال الجبس أو الكبريت في الأراضي القاعدية حيث يسيطر الصوديوم الفعال لتحويل جزء من الكربونات القلوية إلى كبريتات. هذا ومن الضروري ترك الأرض رطبة باستمرار لتنشيط التفاعل. كما أنه يجب خلط الجبس مع الطبقة السطحية من التربة وليس طمره بواسطة المحراث. إن هذه المعالجة يمكن أن تكمل فيما بعد بغسل شديد للتربة بمياه للري للتخلص من بعض كبريتات الصوديوم التي تحويها. يمكن تلخيص تأثير الجبس على الشكل التالي:



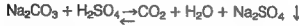
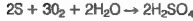
قابل للإنفصال



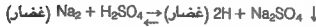
قابل للانفصال

يمكن استخدام الكبريت بشكل مفيد أيضاً في تحسين الأتربة المالحة، لاسيما إذا كانت غنية بكربونات الصوديوم. فالكبريت بعد تأكسده يعطي حمض الكبريت الذي يحول بدوره كربونات الصوديوم إلى كبريتات الصوديوم القابلة للإنفصال والتي تخفف من القلوية الزائدة للتربة.

ويمكن تلخيص التفاعلات التي تتم على النحو التالي:



قابل للإنفصال

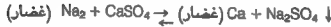


قابل للإنفصال

وفي حال وجود كربونات الكالسيوم في التربة:



قابل للإنفصال



قابل للإنفصال

بنتيجة هذه التفاعلات يتحول كربونات الصوديوم القلوي إلى كبريتات الصوديوم وهو ملح معتدل، كما تتم إزالة الجذر الكربوني من التربة، أما في حال استعمال الجبس فيبقى الكربونات بشكل ملح كلسي في التربة.

د - زراعة المحاصيل المتحملة للملوحة

بعد عمليات تحضير التربة والتسوية، تتم زراعة المحاصيل المتحملة للملوحة، كما تتم عدة حرثات للتربة، أما المحاصيل المستجيبة للملوحة فتستبعد تماماً. وفيما يلي بعض المحاصيل المقاومة للملوحة:

- المحاصيل التي تتحمل كمية من الكلوريدات الكلزية (ثلاثة الى خمسة غرامات في الليتر): باذنجان، ارضي شوكي، قنبيط، جزر، سبانخ، بندورة، خروع، شعير، قطن، ذرة بيضاء، كتان، شوفان، قمح.

- المحاصيل العالية التحمل للملوحة (ثمانية الى عشرة غرامات في الليتر): الشمندر السكري، الفصة، الهليون، البصل، الثوم، الفجل. ومن الاشجار المثمرة العالية التحمل للأملاح نذكر: البلح والزمان والزيتون والفتسق الحلبي.

إن زراعة الأرز التي تتطلب الغمر الطويل للأراضي تعتبر من الزراعات المفضلة

للملوحة. إن عدداً كبيراً من الاختصاصيين ينصح بزراعة الأرز لإزالة الملوحة من الأتربة المالحة (Simoneau, 1960; Repp G., 1961; Oztan & Dinger, 1961). وبالنسبة لهؤلاء فإن زراعة الأرز مربحة وتساعد في إغناء التربة بالمواد العضوية.

ويعتقد بعض الاختصاصيين (Repp, 1961) أنه حتى في الأتربة الغضارية الشديدة القلوية والحاوية على كربونات الصوديوم والسيئة البنية، يمكن إزالة الأملاح من هذه الأتربة خلال ثلاث سنوات عن طريق زراعة الأرز.

إلا أنه، للحصول على نتائج دائمة، يتوجب تحسين التربة من الناحيتين الكيميائية والبيولوجية فور الانتهاء من زراعة الأرز بتغطيتها بمزروعات في الوقت المناسب من أجل تخفيف التبخر من سطح التربة، وإلا فإن التربة تصبح أسوأ مما كانت عليه قبل زراعة الأرز.

ومن الجدير ذكره أنه من المفيد اللجوء إلى زراعة ضروب الأرز الأكثر مقاومة للملوحة. ففي هنغاريا يستخدم ضريان من الأرز مقاومان جداً للملوحة ويتحملان درجات أس هيدروجيني 9.5 (P H). وهما ضريان من تركستان: دونهان شالي وفرسان هيلي (Dunhan Shali - Varsan hely). إن زراعة الأرز، كي تساهم فعلاً في استصلاح الأتربة المالحة، تتطلب:

- تسوية جيدة للتربة وتنظيماً كاملاً لشبكة الصرف التي يجب أن تعمل بفعالية عالية، وإلا أدت هذه الزراعة إلى ارتفاع مستوى الماء الأرضي المتلحس وساهمت من جديد في تملح التربة.

- تقنية خاصة في التغذية بالماء بحيث يجري طرد ماء الغمر دفعة واحدة عندما يصل التركيز المالح إلى غرامين بالآلف.

إن زراعة القطن هي أيضاً زراعة مفيدة لإزالة الملوحة، إلا أنها تتطلب تهيئة التربة بشكل جُدر ridge بمسافات تراوح بين 1 و 2م، إذ إن القطن يستجيب جداً للملوحة في مرحلة الإنبات وفي بداية النمو.

تستخدم الفصّة أيضاً لإزالة الملوحة بيولوجياً، فهي محصول شديد التطلب للمياه: 15,000م³ بالهكتار وبالسنة، مما يسهل عملية غسل الأملاح.

هـ - إنشاء كاسرات للرياح وسنائر واقية

في المناطق الزراعية المروية، حيث يوجد خطر ثانوي لتملح الأراضي، من المهم جداً اتخاذ كافة الاحتياطات الضرورية للتخفيف من التبخر، لذا فإن إنشاء كاسرات للرياح يعطي فائدة أكيدة في مثل هذه الظروف. ومن الضروري في هذه الحالة، استعمال الشجيرات والأشجار المقاومة للملوحة كالأنواع التالية:

Eleagnus angustifolia, *Gleditsia triacanthos*, *Maclura aurantiaca*, *Morus alba*, *Robinia pseudoacacia*, *Tamarix articulata*, *Ulmus pumila* var. *penato-ramosa*.

إن أنواع الأوكاليتوس التالية يمكن استعمالها لإنشاء ستائر واقية:

Eucalyptus astringens, *E. gomphocephala*, *E. occidentalis*.

نظراً لمنافسة الأوكاليتوس للمحاصيل المزروعة يفضل عدم استعمالها لإنشاء كاسرات الرياح، بل تخصص لإنشاء الستائر الواقية.

و - التسميد

للتسميد دور هام في تحسين الأتربة المالحة. بالنسبة إلى الأسمدة المعدنية، يجب تلافي استخدام الكلوريدية منها، لأنها قد تزيد من التركيز الملحي في محاليل التربة، ويفضل عليها كبريتات الأمونيak.

إلى ذلك ينصح باستخدام الأسمدة الخضراء للإسراع من عملية التحول إلى دبال التي يجب أن تطمر قبل الإزهار.

3 - مرحلة الاستزراع cultivation

في هذه المرحلة يتابع استخدام مُحسّنات التربة وكذلك زراعة المحاصيل العالية الإستهلاك للماء، كما يُتابع غمر الأرض في نهاية الفصل الجاف ولكن بتواتر أقل مما سبق.

من الضروري جداً في هذه المرحلة مراقبة مستوى الماء الأرضي الذي يجب أن يبقى دوماً تحت المستوى الحرج، والانتباه إلى صرف المياه المحملة بالملوحة باستمرار.

4 - مرحلة الاستثمار

إنها المرحلة النهائية من استصلاح الأراضي المالحة، والتي ستسمح بزراعة محاصيل قليلة التحمل للملوحة وحتى بزراعة الأشجار المثمرة مثل الحمضيات (الموالج) والتفاح تبعاً للشروط المناخية.

في هذه المرحلة لا يجري غمر غسل التربة، إلا أنه من الضروري أخذ الاحتياطات التالية لتلافي إعادة تملح الأراضي المستصلحة:

- عدم استخدام أسمدة كلوريدية.
- المراقبة والعناية الدائمة بشبكة الصرف الأرضية.

4.3.6 - حماية البساتين والسهول من الرياح

1 - تعريف

تجري حماية البساتين والسهول من الرياح عن طريق إنشاء كاسرات للرياح وستائر واقية.

إن كاسر الرياح أو حلجز الرياح windbreak هو تشجير وقائي يُنشأ حول بستان أو مساحة زراعية صغيرة، ويكون مؤلفاً من صف أو صفين من الأشجار أو الشجيرات أو من نباتات حولية (ذرة صفراء مثلاً). أما الستار الواقى shelterbelt فهو تشجير وقائي يقام لحماية مساحات كبيرة، ويكون مؤلفاً عادة من عدة صفوف من الأشجار والشجيرات.

سنستعمل كلمة «واقى» للدلالة على كاسر الرياح أو الستار الواقى على حد سواء في نطاق هذا البحث.

2 - تأثيرات كاسرات الرياح والستائر الواقية

إن لكاسرات الرياح والستائر الواقية فائدة أساسية وأكيدة هي حماية التربة من الانجراف. إلا أنه، بشكل عام، لا يُنشأ هذا النوع من التشجير الوقائي لحماية التربة من الانجراف فقط، وإنما أيضاً لتصحيح الشروط البيئية ولتحسين المناخ الموضعي، وذلك بهدف زيادة مردود المحاصيل. ولذلك من الضروري أن نقوم بدراسة كل التأثيرات التي يمكن أن تنتج من تأسيس كاسر الرياح أو ستار واق في منطقة معينة سواء بالنسبة إلى الشروط المناخية أو الأرضية، أو بالنسبة إلى مردود المحاصيل المزروعة في تلك المنطقة.

١ - التأثيرات الحسنة

1 - أثبت كثير من الباحثين (Kreutz & Walter, 1938, Woodruff & Zing, 1953) أن لهذا النوع من التشجير الوقائي فوائد هامة وأكيدة في وقاية التربة من الانجراف الريحي وخاصة إذا كانت الواقيات نفوذة ولا تولد اضطراباً في التيارات الهوائية.

2 - تخفف الواقيات من الأخطار الناتجة من التأثير الميكانيكي للرياح.

3 - تسمح بزيادة مدخرات التربة بالماء عن طريق خفض التبخر من التربة.

4 - تسمح بتخفيض الجريان السطحي للمياه.

5 - تسبب الواقيات بشكل عام زيادة في مردود المحاصيل المزروعة في المنطقة

المحمية، إلا أن هذه الزيادة تتعلق بتأثير كاسر الريح أو الستار الواقى في قيمة التبخر الكلي* علماً بأن هذا التأثير يختلف تماماً بين المناطق الرطبة أو شبه الرطبة أو المناطق الجافة:

- في المناطق الرطبة وشبه الرطبة يقوم هذا النوع من التشجير الوقائي بتخفيض قيمة التبخر الكلي الكامن $evapotranspiration$ أو ETp . يؤدي هذا الانخفاض في قيمة الـ ETp بدوره إلى زيادة مردود المحاصيل نظراً للاقتصاد الضائع ووضعه بتصرف المحاصيل. لذلك ينصح بإقامة كاسرات الرياح والستائر الواقية في مثل هذه المناطق الرطبة ونصف الرطبة.

- إن تأثير الواقى (إذا كان نفوذاً) في التبخر يصل حتى مساحة تعادل ارتفاعه 30 مرة، (Goyot, 1963).

- أما في المناطق الجافة فإن الحالة مختلفة بحيث يؤدي هذا النوع من التشجير الوقائي إلى زيادة قيمة التبخر نتج الكامن أو ETp وهذه بدورها تؤدي إلى خفض مردود المحاصيل نظراً لزيادة ضياع الماء عن طريق التبخر.

والحقيقة أن المناطق الجافة تقوم بدور منبع حار بالنسبة للمناطق المجاورة، مما يسبب ضياعاً في الحرارة من المناطق الجافة باتجاه المناطق المجاورة. لذلك فإن إنشاء كاسر للريح أو ستار واقى من الريح في تلك المناطق الجافة يؤدي إلى الحد من هذا الضياع الجانبي للحرارة، وبالتالي إلى رفع قيمة ETp . وقد أثبت كابورن (Caborn, 1957) أن درجة حرارة الهواء تزيد في المنطقة المحمية بحدود 6° إلى 7°م عنها في المناطق غير المحمية، أي المفتوحة للريح. في مثل هذه الظروف يكون للتشجير الواقى من الريح نتائج سيئة في المحاصيل، ويؤدي إلى خفض المردود. فقد لوحظ مثلاً في شمال أفريقيا احتراق أشجار الحمضيات خلف كاسر الريح المؤلف من السرو في المناطق الجافة.

إن ما تقدم بيّنه لافانه لا يجوز إنشاء كاسرات رياح أو ستائر واقية في المناطق الجافة لزيادة مردود المحاصيل إلا في الأراضي المروية فقط. إذ إن الري يسمح للمنطقة المحمية بأن تقوم بدور منبع بارد بالنسبة للأراضي المجاورة مما يسبب جذب الحرارة عن منطقة الستائر أو الكاسرات، وينتج من ذلك انخفاض الحرارة وبالتالي انخفاض قيمة التبخر الكلي الكامن ETp .

(*) التبخر - نتج الكامن أو ETp هو الماء الضائع بشكل بخار من قبل غطاء نباتي غزير وهو في أعلى درجة من النمو ومغذى بالماء بشكل وافٍ (إنه يعبر عن الماء الأعظمي العائد إلى الجو عن طريق النباتات وعن طريق التربة).

في المناطق الجافة وفي شروط الزراعة المروية، يؤدي إنشاء كاسرات الرياح إلى زيادة المحصول بشكل ملحوظ. ولهذا فإنه من المفيد، في مثل هذه الشروط، تصميم كاسرات الرياح والستائر الواقية منذ بداية مشاريع الري، بحيث تصبح جزءاً متكاملاً مع تصميم أقنية الري والصرف وإنشاء المباني. ويفضل الاستفادة من أقنية الري لإنشاء الواقيات من الرياح، كلما كان ذلك ممكناً.

6 - تؤثر كاسرات الرياح والستائر الواقية في خواص الأتربة. وقد لاحظ تايف (Taev, 1932) أن كمية العناصر الغذائية مثل P_2O_5 و NO_3 والدبال تكون قيمتها أقل بالقرب من الأشجار الواقية عنه في المناطق الخالية منها، إلا أن هذه الكمية تكون أكبر على بعد 70 متراً تقريباً من الأشجار بمقدار مرتين إلى ثلاث مرات. كما أثبت سوشوفانوف (Suchoivanoff, 1952) أن كمية الأسمدة تزيد بحدود 25% في مراعي قديمة ومحمية من الرياح عنه في مراعي غير محمية، كما أن هذا التأثير يظهر بوضوح تام في السنوات الجافة.

وبالإضافة إلى ذلك، فإن الأشجار الواقية توقف، في المناطق المعرضة لرياح البحر، جزئيات الملح المحمولة بواسطة الريح، وهذا النوع من الحماية يلاحظ حتى مسافة تعادل 25 إلى 30 مرة ارتفاع الأشجار، وبهذه الطريقة تساهم الأشجار الواقية من الريح في خفض نسبة الملوحة في أراضي المناطق القريبة من البحر.

ب - التأثيرات السيئة

1 - إن الأشجار الواقية يمكن أن تظل جزءاً من الحقل المحمي وتسبب بالتالي تأخراً في نمو المحاصيل في الربيع.

2 - إن التنافس على المواد الغذائية بين الأشجار الواقية والمحاصيل المزروعة يمكن أي يؤدي، بالقرب من الستائر الواقية أو كاسرات الرياح، إلى خفض المردود. إلا أن هذا الانخفاض في المردود لا يلاحظ إلا في شريط ضيق من الحقل لا يتجاوز نصف ارتفاع الأشجار الواقية. وللتخفيف من هذا العيب يمكن إنشاء خندق على طول كاسر الريح أو الستار الواقية.

3 - في المناطق الرطبة، يسبب ارتفاع رطوبة الجو نتيجة وجود الأشجار الواقية، تأخيراً في نضج بعض المزروعات وخاصة الحبوب.

4 - يمكن أن تصبح الأشجار الواقية ملجأ للفطور أو الحيوانات المؤذية للمحاصيل، إلا أن هذا العيب يمكن مكافحته.

5 - إن الأشجار الواقية تحتل جزءاً من الأرض الزراعية.

3 - تأثير سرعة الرياح في فعالية الستائر الواقية

وكاسرات الرياح في منع الانجراف الريحي

إن الستائر الواقية وكاسرات الرياح تحمي الأتربة من الانجراف، إلا أن فعاليتها في هذه الحالة بشكل عام، وبالنسبة لستائر نصف نفوذة (50% فراغات)، تراوح نسبة تخفيض سرعة الرياح من قبل الأشجار الواقية بين 60 و80% بالمنطقة القريبة منها مباشرة من الجهة المحمية، وتخفض هذه النسبة إلى 20% على مسافة تعادل 20 مرة ارتفاع الأشجار، وتصل إلى صفر على مسافة تعادل 30 إلى 40 مرة ارتفاع الأشجار. إن هذه النسب تبقى تقريباً ثابتة مهما كانت سرعة الرياح. إلا أن هذا لا يعني مع ذلك أن درجة الحماية من الانجراف الريحي تبقى واحدة سواء كانت سرعة الرياح 70 أو 80 كم في الساعة.

في الأتربة الحساسة جداً للانجراف الريحي يراوح الحد الأدنى من سرعة الرياح اللازم لجرف التربة بين 20 و25 كم في الساعة. فإذا كانت سرعة الرياح 30 كم/ساعة، فإن انخفاضاً في السرعة بحدود 50% سيجعل سرعة الرياح في المنطقة المحمية 15 كم/ساعة، مما يؤدي إلى حماية التربة من الانجراف الريحي حماية تامة، أما إذا كانت سرعة الرياح 80 كم/ساعة، فإن سرعته ستصل إلى 40 كم/ساعة فقط في نفس الظروف مما يجعل حماية التربة من الانجراف غير كافية.

في المناطق المستجيبة للانجراف الريحي وبالنسبة لبساتين الفاكهة، يجب إنشاء واقيات الرياح بشكل متقارب بحيث لا تزيد المسافة بين الواقية والآخر عن عشرة أضعاف ارتفاعه، وذلك كي تكون الحماية تامة.

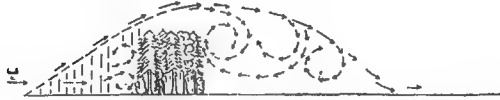
أما في المناطق الأخرى وإذا استعملت واقيات نصف نفوذة، فيمكن الاكتفاء بمسافة بين الواقية والآخر تتراوح بين 20 و25 مرة ارتفاع الواقية. بالنسبة لرياح سرعتها من 40 إلى 60 كم/ساعة، ولحماية المراعي يفضل مسافات تراوح بين 500 و1000 متر.

4 - شكل وسماكة الواقيات

لاحظ كابورن (Caborn, 1956, 1957) أنه إذا كان للواقية مقطع عرضي مائل باتجاه الرياح، فإنه يشجع مرور الرياح من فوق الواقية ويخفف بالتالي من تأثيره، ولذلك ينصح بعدم إعطاء الواقيات مثل هذا المقطع. إن أفضل مقطع يمكن إعطاؤه للواقية هو مقطع بشكل مستطيل. إن أفضل سماكة يمكن إعطاؤها

للسنار الواقى هي من أربعة إلى خمسة صفوف، على أن تكون جذوع الأشجار أو الشجيرات مغطاة بالأغصان وبالأوراق حتى الأرض. في حالة الأشجار التي تتعري جذوعها من الأسفل، من المفضل زراعة صف من الجنبات من كل جهة من الساتر. في حالة استعمال أشجار الأوكاليتوس في إنشاء السنائر الواقية يمكن عمل دورة لاستثمار أشجار الأوكاليتوس بحيث تبقى يوماً بعض الصفوف قليلة الارتفاع كي تستطيع إيقاف الريح بين الجذوع.

بما أنه من الصعب إنشاء الواقيات من الرياح في المناطق الجافة للقيام بدورها الفعال، إلا بسقاية الأشجار، ونظراً لندرة المياه في هذه المناطق، يفضل التقليل من عدد صفوف كاسرات الرياح بحيث لا يتجاوز الثلاثة. وأن صفّاً واحداً في الكاسرات الثانوية الداخلية للمزرعة هو كافٍ، وكذلك فإن صفين يعتبران كافيين، بالنسبة للكاسرات الرئيسية حول المزرعة.



الشكل العلوي A: جريان الريح في حالة كاسر للريح ذي نفوذية جيدة.
الشكل السفلي B: جريان الريح في حالة كاسر للريح كثيف. لاحظ اضطراب التيارات الهوائية.

شكل (1) (عن Caborn)

تزرع الأشجار في كل صف على مسافة متر ونصف ومترين بين الشجرة والأخرى. والصفوف تنشأ على مسافة مترين بين الصف والآخر.

ملاحظة: لا تستعمل أشجار الأوكاليتوس لإنشاء كاسرات للرياح لحماية بساتين صغيرة نظراً لشدة منافستها للمحاصيل المزروعة.

5 - طريقة إنشاء كاسرات الرياح والستائر الوقائية

أ - تنشأ كاسرات الرياح والستائر الوقائية باتجاه عمودي على الرياح الضارة بالنسبة للمزروعات. ومن الجدير بالملاحظة أنه يجب التمييز بين الرياح السائدة والرياح الضارة. فهناك بعض الرياح التي يمكن أن تهب خلال فترة قصيرة من الزمن وفي مرحلة حرجية من نمو النبات؛ إن مثل هذه الرياح، بالرغم من قصر مدة هبوبها، تعتبر ضارة بالمزروعات. لذلك يجب إنشاء كاسرات الرياح لحماية المزروعات من هذه الرياح الضارة.

ب - إن الهدف الرئيسي من كاسرات الرياح والستائر الوقائية هو التخفيف من حدة الريح وليس صده. ولذلك من الضروري تصميم هذه الكاسرات والستائر بشكل يخفف من حدة الرياح ويسمح بنفوذ جزء منها (حوالي 40 - 50%). أما إذا كانت كثيفة فإنها تؤدي إلى نتيجة سيئة في الجهة المعاكسة والمواجهة للريح نتيجة اضطراب التيارات الهوائية كما هو ظاهر في الشكل (1).

ويمكن التوصل إلى إنشاء واقيات من الرياح بحيث تكون نفوذة، عن طريق:
- انتقاء الأنواع الشجرية التي يسمح تشابك أغصانها بترك فراغات تساعد على مرور جزء من الرياح بعد أن تكون خفّت جثتها.
- انتقاء المسافة بين الأشجار بحيث تسمح بنمو جيد للأشجار دون أن تكون شديدة الكثافة.

فبالنسبة لانتقاء الأنواع فإنه يجب على سبيل المثال، استبعاد السرو الدائم الخضرة العمودي *Cupressus sempervirens pyramidalis* لكون أغصانه متراسة ومتجهة نحو الأعلى. وإن زراعة الأشجار قرب بعضها البعض تشكل حاجزاً كثيفاً إذا كانت الأشجار متقاربة، أو تترك فراغات كبيرة تسمح بدخول الريح بقوة إذا زرع الأشجار متباعدة. بينما يُفضل استعمال السرو الدائم الخضرة الأفقي *Cupressus sempervirens horizontalis* أو السرو العطري *Cupressus macrocarpa*، أو السرو الغني (الأفقي الأغصان) *Eupressus arizonica* إذا أريد استعمال الأنواع التابعة لجنس السرو في إنشاء كاسرات الرياح.

6 - الأنواع التي يمكن استعمالها في المناطق الجافة وشبه الجافة

أ - إن الأنواع المستعملة في إنشاء الواقيات من الرياح يجب أن تتمتع ببعض الخصائص بحيث تكون:
- متكيفة مع الشروط المناخية السائدة في المنطقة، لاسيما من حيث درجات الحرارة المتطرفة الصغرى والعظمى وشدة الرياح وطبيعتها.

- متكيفة مع خصائص التربة، لاسيما من حيث تحمل الكلس والملوحة.
- سريعة النمو نسبياً.
- ذات ارتفاع كاف.
- كثيفة المجموع الورقي نسبياً.
- منافستها قليلة للمحاصيل التي تحميها عن طريق مجموعها الجذري.
- مقاومة للرياح.
- ذات فائدة اقتصادية للخشب أو للعلف.
- مستديمة الأوراق، أو موزقة على الأقل في الفترة التي تتطلب الوقاية من الرياح.

في معظم الأحيان يكون من الصعب إيجاد نوع واحد يحقق جميع هذه الخصائص في كل الظروف البيئية. لذلك يستعمل نوعان أو أكثر عند الضرورة، لاسيما بالنسبة للستائر الواقية التي يتم إنشاؤها في عدة صفوف لحماية مساحات كبيرة.

ب - دلت التجارب والملاحظات في العديد من المناطق الجافة وشبه الجافة على وجود عدد من الأنواع المراجية الشجرية والشجيرية التي يمكن استعمالها في إنشاء كاسرات الرياح والستائر الواقية تبعاً لخصائص التربة والعوامل المناخية، لاسيما الأمطار ودرجات الحرارة المتطرفة (الصغرى بشكل خاص) ورياح البحر المالحة.

وفيما يلي بعض الأنواع التي يمكن استعمالها في إنشاء الواقيات من الرياح:

في المناطق الجافة وشبه الجافة المتوسطية

Casuarina eunninghamiana, *Casuarina equisetifolia*, *Cupressus arizonica*, *Cupressus sempervirens* var. *horizontalis*, *Eleagnus angustifolia*, *Opuntia Ficus-indica*, *Parkinsonia aculeata*, *Pinus brutia*, *Pinus halepensis*, *Tamarix aphylla* (= *T. articulata*), *Tamarix stricta*.

في المناطق الجافة وشبه الجافة المدارية

Acacia albidia, *Acacia arabica*, *Acacia mollissima*, *Acacia nilotica*, *Azadirachta indica*, *Conocarpus lancifolius*, *Parkinsonia aculeata*, *Prasopis chilensis*, *Tamarix aphylla* (= *T. articulata*), *Tamarix stricta*, *Tamarix nilotica*, *Terminalis catalpa*, *Zizyphus jujuba*.

من أنواع الأوكاليتوس *Eucalyptus* التي يمكن استعمالها في إنشاء الستائر الواقية لحماية مساحات كبيرة في المنطقتين (المتوسطية والمدارية) السابقتين، وتبعاً

لدرجات الحرارة الصغرى ونوع التربة، نذكر ما يلي:

Eucalyptus camaldulensis, *E. brockwayi*, *E. melliodora*, *E. microtheca*, *E. occidentalis*, *E. Salomonophloia*.

في بعض الأنواع مثل أشجار الكازوارينا *Casuarina sp.* والأوكاليتوس *Eucalyptus sp.*، يتعري القسم السفلي من الجذع بسرعة، لذا فإنه لا يمكن استخدامها لوحدها لإنشاء الواقي من الرياح، ولا بد من اللجوء إلى صف من الشجيرات لتغطية هذا القسم ويزرع من الجهة الخارجية كصف أول.

أما بالنسبة للأشجار الأخرى مثل السرو الدائم الخضرة الأفقي *Cupressus sempervirens var. horizontalis* والسرو الفضي (سرو أريزوننا) *(Cupressus arizonica)* التي لا تتعري جذوعها في الأسفل، فإنه يمكن استعمالها لوحدها، بحيث تؤمن حاجزاً جيداً.

ملاحظة هامة

— نظراً لاتساع امتداد جذور الأوكاليتوس لاسيما *E. Camaldulensis* ومنافستها للمحاصيل المراد حمايتها من الرياح، يفضل عدم اللجوء إلى هذه الأشجار لإنشاء كاسرات رياح لحماية البساتين الصغيرة، والاكتفاء باللجوء إليها فقط لإنشاء ستائر واقية لحماية مساحات كبيرة من الانجراف الريحي أو لحماية مبان أو لإنشاء مظلات للحيوانات.

وإذا تم استعمال أشجار الأوكاليتوس لسبب من الأسباب، فإنه من الممكن التخفيف من منافستها للمحاصيل المجاورة عن طريق تقليل جذورها بفتح خندق بالقرب من كاسر الريح وموازله.

— إذا استعملت عدة صفوف لإنشاء الواقيات من الرياح، وعند الرغبة في الاستفادة من الأشجار للخشب، فإنه من الضروري عمل دورة لقطع الأشجار بحيث يبقى باستمرار بعض الصفوف قائماً لتأمين الوقاية المستمرة.

7 - تهيئة التربة

إن عملية تهيئة التربة عملية ذات أهمية بالغة لإنشاء كاسرات الرياح والستائر الواقية، إذ إنه يجب توفير جميع الشروط المثالية لنمو الأشجار. لذا فإنه من الضروري حراثة التربة على عمق 40 إلى 60 سم في كل المساحة المخصصة لإنشاء الواقي من الرياح. كما يجب كسر الأفاق القاسية العميقة بإجراء حراثات عميقة إذا تطلب الأمر ذلك. يتم بعد ذلك إقامة حفر ميكانيكياً أو يدوياً وعلى مسافات ترتبط بطبيعة الأنواع المستعملة ونوع الواقي المراد إنشاؤه.

8 - الري والعناية بعد الإنشاء

1 - إن مواعيد الري وكمية المياه وعدد السقايات ترتبط بالأنواع المستعملة وبالعوامل المناخية والتربة.

بالنسبة للأنواع المتطلبة للماء، فإنه من الضروري تأمين السقاية اللازمة على الأقل مرة في الأسبوع أو في الأسبوعين خلال الفترة الأولى من الفرس. ومن ثم يمكن تخفيض عدد السقايات تبعاً لشدة الجفاف وامتداد جذور الأشجار إلى الأعماق.

ومما يساعد على تخفيف عدد السقايات وعدد سنوات السقاية، هو وجود طبقة مائية قريبة من سطح التربة تستطيع جذور الأشجار الاستفادة منها. في هذه الحالة يمكن إيقاف الري بعد سنتين أو ثلاث عندما تبدئ الفراس الفتية الاستفادة من الطبقة المائية الأرضية.

بالنسبة للأنواع الجفافية، فإن احتياجها للماء هو أقل بكثير.

ب - يجب الاعتناء بالأشجار بشكل جيد بعد غرسها، لاسيما خلال السنوات الثلاث الأولى، كإجراء عمليات العزيق والري وحرارة التربة بالشكل المناسب، وكذلك مكافحة الآفات التي يمكن أن تصيب الأشجار.

ج - إذا لوحظ بعد الزراعة أن الواقي من الرياح شديد الكثافة، يُلجأ إلى تزييده للوصول إلى النفوذية المرغوبة.

5.3.6 - تثبيت الرمال المتحركة

1 - عموميات

- إن الرمال المتحركة تكون عادة عارية أي غير مستغلة، كما أنها تشكل خطراً على الأراضي الخصبة المجاورة لها وعلى القرى والطرق والسكك الحديدية وغيرها من المشاريع في المنطقة المجاورة.

تنشأ الرمال المتحركة إما على شواطئ البحار وتسمى عندئذ الرمال الساحلية أو الكثبان الرملية الساحلية أو في المناطق الداخلية نتيجة تآكل الصخور في المناطق الجافة أو نتيجة تدهور الغطاء النباتي في المناطق الجافة وشبه الجافة، وتسمى الكثبان الرملية القارية.

عندما يراد تثبيت الرمال المتحركة يجب إجراء دراسات تفصيلية عن الموقع لاسيما فيما يتعلق بتركيب الرمل وسرعة الرياح وترددها واتجاهها وكمية الأمطار

السنية وتوزيعها على الفصول ودرجات الحرارة الصغرى والعظمى والرطوبة الجوية وعمق الطبقة المائية الأرضية ونوعية الماء، لاسيما من حيث درجة ملوحتها.

- إن تحركات الرمال تكون كبيرة وواضحة تماماً عندما تكون الرياح قوية وجافة، وقد لوحظ أن انتقال الرمال يحدث بصورة رئيسية في فترات هبوب الرياح في الفصول الجافة. إن المبدأ الأساسي الذي يستند إليه تثبيت الرمال المتحركة هو منع الرمال من الانتقال خلال فترة طويلة من الزمن كي تصبح الظروف ملائمة للنبت الطبيعي أن يحتل الموقع، أو لإدخال نبت اصطناعي عن طريق التشجير.

لا يمكن للنبت الطبيعي أن يحتل الرمال إلا إذا كانت هذه الرمال ثابتة وكان يوجد في المنطقة المجاورة نباتات كافية لإنتاج البذور، هذا بالإضافة إلى أن احتلال النبت الطبيعي للرمل يأخذ وقتاً طويلاً. ولذلك فإنه من الضروري مساعدة النبت الطبيعي بأعمال اصطناعية تهدف إلى إدخال أصناف مقاومة للرياح بعد القيام بإيقاف حركة الرمال.

- ومن الجدير بالذكر أنه من الصعب تعميم الطرق المتبعة في تثبيت الكثبان الرملية بشكل مطلق دون الأخذ بالحسبان المنطقة الجغرافية والعوامل المناخية وطبيعة الرمال في الكثبان التي يراد تثبيتها.

إلا أنه توجد مع ذلك أمور مشتركة متعلقة بالكثبان الرملية المتحركة كوسط بيئي خاص، تسمح بإجراء عرض عام لتثبيت الكثبان الرملية، مع الأخذ بعين الاعتبار الخصائص الموقعية لكل حالة منه الحالات.

ب - شروط النمو في الكثبان الرملية

يرتبط نمو الأشجار المزروعة في الكثبان الرملية بعدة عوامل أهمها:

1 - نسبة الفضل (الطين)

تشكل الرمال الحاوية على نسبة من الفضل تجاوز 20%، وسطاً خصباً لنمو الأشجار المزروعة في الكثبان الرملية. أما الرمال التي تحتوي على نسبة أقل من 1% من الفضل، فإنها تحتاج إلى مخصبات لنمو الأشجار.

وبشكل اعتيادي، فإن الكثبان الرملية المثبتة تكون أغنى بالفضل، لاسيما في الأفاق العميقة، من الكثبان غير المثبتة أو التي تكون في بداية تثبيتها.

2 - طبيعة الأفاق العميقة

- في معظم الأحيان، تغطي الرمال أراضي سابقة ويسماكات مختلفة. لذا فإن

حسنة نمو الغراس المزروعة ترتبط بشكل مباشر بطبيعة هذه الأراضي ودرجة احتوائها على العناصر الغذائية واحتفاظها بالماء ووضعه تحت تصرف الأشجار. فإذا كانت الطبقات تحت الرملية صخرية كلسية قاسية أو صخرية بازلتية قاسية، (وهي طبقات لا تساهم بشيء يذكر في تغذية الأشجار)، يلاحظ أن الجذور تتركز في الطبقة الرملية. في هذه الحالة تكون سرعة النمو مرتبطة بسمانة الطبقة الرملية وبدرجة خصوبتها. أما إذا كانت الطبقات تحت الرملية مؤلفة من أتربة جيدة الخصوبة، وكانت الطبقة الرملية قليلة السمانة، فإن الكثبان تشكل وسطاً ملائماً لنمو الأشجار، لأن جذور الأشجار تستطيع الوصول إلى طبقة التربة السفلى للحصول على الماء والعناصر المعدنية.

إن سهولة مرور مياه الأمطار عبر الطبقة الرملية لتتخذ فوق طبقة التربة السفلى ودخلها، بالإضافة إلى قلة ضياع المياه الأرضية عن طريق التبخر من الوسط الرمي، تساهم في تحسين الميزان المائي للكثبان الرملية في هذه الظروف. ولذلك أهمية بالغة في تأمين نجاح تشجير الكثبان الرملية في المناطق الجافة وشبه الجافة.

- قد تغطي الرمال سهولاً لحفياً مشبعة أتريتها بالمياه العذبة أو المالحة. فإذا كانت الطبقة المائية مالحة وقريبة من السطح، فإنها تسبب أذى كبيراً للأشجار. ومن الضروري أخذ ذلك بالحسبان عند إجراء الدراسات الأولية لتثبيت الكثبان الرملية. أما إذا كانت الطبقة المائية عذبة متوسطة العمق بحيث تستطيع جذور الأشجار الوصول إليها، فإنها في هذه الحالة تشكل عاملاً هاماً من عوامل نجاح التشجير في المناطق الجافة.

ج - الطريقة التقليدية في تثبيت الرمال المتحركة

تمر عملية التثبيت وفق هذه الطريقة بمرحلتين أساسيتين:

- 1 - التثبيت الميكانيكي mechanical fixation.
- 2 - التثبيت الحيوي (التثبيت بواسطة النباتات) biological fixation.

1 - التثبيت الميكانيكي

تهدف هذه العملية إلى منع حركة الرمال وتقْدُم الكثبان الرملية باتجاه المواقع المراد حمايتها، وهي عملية مؤقتة ومرحلية تتبعها عملية التثبيت الحيوية. تعتمد هذه العملية أساساً على التخفيف من سرعة الرياح فوق سطح الرمال إلى الحد الذي لا تستطيع فيه تحريك الرمال. كذلك تفيد في خلق بيئة جديدة ومحلية microclimat تشجع على تكاثر ونمو النبات الطبيعي من جهة، وتساعد من جهة

أخرى على نمو النباتات المثبتة عن طريق تخفيض التبخر الكلي ومنع الأثر الضار لحركة الرياح في تكشف الجذور *layingbare the roots*; وهذه الظاهرة تحدث غالباً للنباتات التي تغزو الرمال فتتمتع نموها وتطورها.

تختلف طرق التثبيت الميكانيكية وفقاً لعوامل متعددة منها:

- شكل الكثبان وطرق حركتها.
- الهدف المراد حمايته من خطر زحف الرمال.
- سرعة الرياح واتجاهها.
- الخصائص الفيزيائية والبيئية للكثبان الرملية.

أما أهم الطرق المستخدمة فهي:

1 - إقامة حواجز الإيقاف *stop polisades*, وهي عبارة عن حواجز تعمل عمل كاسرات رياح صناعية، وهي قليلة الارتفاع حيث لا يزيد ارتفاعها عن متر واحد، وتنشأ بشكل متعامد مع اتجاه الريح السائد. تستخدم غالباً عندما تكون حركة الرمال من ناحية واحدة تحت تأثير اتجاه وحيد للريح.

تصنع الحواجز من مواد مختلفة حسب توفرها في المنطقة وأسعارها، نذكر منها:

1 - الواحاً من الألياف الإسمنتية الليفية (أميانتية) وهي تشبه الألواح المستخدمة في سقف المنازل والمخازن ولكنها مثقبة لمنع استخدامها لأغراض خاصة من قبل السكان أي لمنع السرقة والتخريب، وكذلك تغيد هذه الثقوب في رفع الألواح عند تراكم الرمال خلف الحواجز إلى ارتفاع 60-70 سم.

استخدمت هذه الألواح بكثرة في كثير من الدول وبخاصة في تونس، ولكن بنتيجة الخبرة تبين أن استخدام مثل هذه المواد غير مجرٍ لأسباب عديدة منها: (عن رحمة، 1982):

- غلاء ثمنها وخاصة إذا استخدمت على شكل حواجز تريبعية.

- قابليتها للكسر.

- قابليتها للوقوع تحت تأثير الرياح الشديدة وهي ترفع من الحرارة المحلية، إذا استخدمت على مسافات صغيرة مما يؤثر في نمو النبات.

2 - حواجز نباتية *plan palisades*: تستخدم هذه الحواجز نباتات محلية يمكن أن تشكل حواجز قليلة الارتفاع (80-100 سم) بتشابكها، إذا كانت الأغصان أو الأجزاء النباتية طويلة ومرنة، أي إذا استخدمت بعد القطع مباشرة، مثل أوراق النخيل التي هي من أفضل المواد النباتية لهذا الغرض. وقد يصار إلى تثبيت

الاجزاء النباتية على أسلاك مثبتة على أوتاد خشبية (أو اسمنتية، بعيد الواحد منها عن الآخر مسافة 2-3 م، ويصل بينها ثلاثة أو خمسة صفوف من الأسلاك. في هذه الحالة، يمكن استخدام أغصان بعض الأشجار والشجيرات المتوفرة في المنطقة مثل أغصان الحور *Populus sp.* والأوكالبتوس *Eucalyptus sp.* والرمث *Retama sp.*

3 - حواجز من براميل مستهلكة يُصَفّ بعضها إلى جانب بعض أو تترك بينها فراغات مناسبة.

تستخدم طريقة حواجز الإيقاف لوقف حركة الرمال باتجاه المنطقة المراد حمايتها حيث تحجز الرمال أمامها وتمنع وصول الرمال إلى المنطقة المراد حمايتها. لا يمكن استخدام هذه الطريقة في تثبيت الكثبان الرملية، بل تستخدم فقط في وقف زحف الرمال السطحية التي تتحرك تحت تأثير الرياح وتمنع من تراكمها في المواقع المراد حمايتها، لذلك سُمّيت بحواجز الإيقاف، أي أنها تستعمل بهدف إيقاف تزويد الموقع أو الكثبان المهددة للموقع بالرمال من مناطق بعيدة.

إن مثل هذه الحواجز، رغم أنها تحمي من تراكم الرمال، إلا أنها تؤدي بحد ذاتها إلى تشكّل قنات رملية خلف الحواجز وأمامها، تزداد ارتفاعاً مع الأيام أي أنها تؤلف كثباناً اصطناعية قد تشكل خطراً في المستقبل على الموقع الذي تحميه الحواجز، لأن تخريب الحواجز نتيجة الكسر أو الحريق، يؤدي إلى زحف الرمال من جديد وبكمية أكبر من السابق. ولقد أدّت التجربة إلى إيجاد حل لأضرار حواجز الإيقاف وخاصة في حماية الطرق العامة والمنشآت أمام زحف الرمال، التي تمثل في الحواجز - الشرائطية.

4 - الحواجز الشرائطية: *band palisades* هي طريقة محسّنة لحواجز الإيقاف، وهي عبارة عن شريط من مجموعة حواجز متعامدة تسمى *تريعات*. يفضل أن تكون من مواد نباتية محلية.

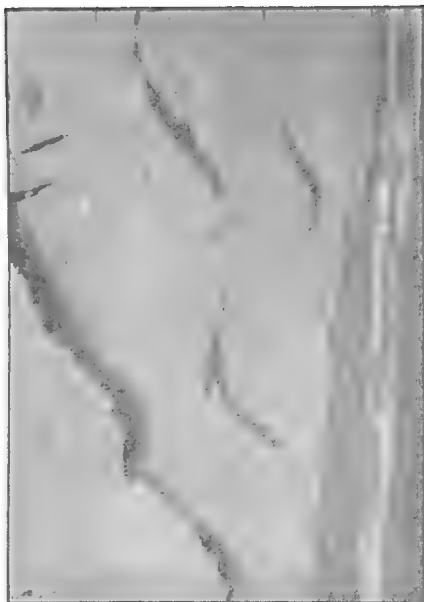
من ميزات هذه الطريقة:

منع زحف الرمال من اتجاهات مختلفة، أي أنه يمكن تطبيق هذه الطريقة عند وجود عدة اتجاهات للرياح السائدة، بحيث يكون إيقاف حركة الرمال مؤكّداً.

حصر الرمال ضمن هذه الحواجز ومنعها من الحركة، ثم زيادة فرص زراعتها مستقبلاً بعد خزنها للأمطار وتحسن الظروف المائية للتربة لوجود طبقة رملية تكوّنت بعد عملية الإيقاف. إن هذه الطبقة الرملية تلعب دوراً هاماً في تحسين الظروف المحلية لنمو الأشجار الحراجية المستخدمة في عمليات التشجير والتثبيت الحيوي.

إن تصالب الحواجز في هذه الطريقة يفيد في تدعيمها ومنع وقوعها وتخريبها تحت

شبين الصورة هو آخر طو لانية عودية على اتجاه الرياح لتقليل التلويح الرملية المتحركة في المغرب





كثيب رملية في ليبيا باستخدام طريقة المربعات



كثيب رملي في طور التثبيت في فرنسا (منطقة برون) باستخدام احزمة طولانية وزراعة *Ammophila arenaria*

تأثير العواصف كما يحدث للحواجز ذات الصف الواحد. تختلف المسافات بين الحواجز - المتصالية حسب سرعة الرياح وميل الأرض وارتفاع الحاجز.

يجب أن تكون المسافات مدروسة جيداً. إن أفضل مسافة هي 10م في أرض مستوية ورياح متوسطة الشدة وارتفاع الحاجز متر واحد. أما عرض الشريط فهو يختلف أيضاً تبعاً للعوامل نفسها، ويمكن استخدام شريط واحد بعرض 50م أي بعرض ستة حواجز متصالية بما يعادل 5 صفوف من التربيعات عرض كل منها 10م.

إن هذه الطريقة مرنة إذ إنها تسمح بزيادة عدد الحواجز ضمن الشريط باتجاه معاكس للرياح عند زيادة تراكم الرمال ضمن الحواجز مع تقدم الزمن. وهذا من أهم خصائص هذه الطريقة، لأنه يمكن البدء بأقل التكاليف الممكنة لأحسن فاعلية، ثم يمكن زيادة عرض الشريط مع نسبة زيادة التراكم في المستقبل أو انخفاض فاعلية الحواجز لقلّة عددها.

ب - إقامة التربيعات: ذكرنا أن الحواجز الشرائطية هي عبارة عن حواجز متقاربة ومتعامدة، تعطى هذه الحواجز شكل مربعات صغيرة، أو يفضل أن تأخذ شكلاً معيناً rhombic أو شكلاً متوازي المستطيلات.

تستخدم المواد النباتية عادة لإقامة مثل هذه التربيعات كما ذكرنا في الحواجز النباتية، أما أبعاد التربيعات فتختلف حسب الميل وارتفاع الحاجز وسرعة الرياح. إن المسافة المثالية هي 8-10م إذا استخدمت أوراق النخيل (سعف النخيل) على أساس ارتفاع الحاجز 80-100 سم، أو 5 م إذا استخدم أحد النوعين: *Aristida pungens* أو *Retama retam* (الرتم). يجب أن لا يزيد ارتفاع الحاجز عن 50 سم، أي أن كل تريع يجب أن يغطي مساحة 25م. بشكل عام تكون المسافة عشرة أضعاف ارتفاع الحاجز. تستخدم هذه الطريقة فقط في تغطية الكتبان الرملية العالية لمنعها من الحركة وخاصة عند تشكل جبهة رملية متاخمة للمواقع المراد حمايتها. إن هذه التربيعات تمنع أية حركة للرمل وتوقف تأثيرها الضار، كما أنها تحسن من الظروف البيئية لتلائم نمو النبات الطبيعي، لأن مثل هذه التربيعات تسمح بعد موسم الأمطار بغزو الكتبان من قبل النبات الطبيعي.

ج - التثبيت بواسطة مشتقات النفط والمواد الكيميائية: تستعمل مشتقات النفط الساخن (45 درجة مئوية) عاملاً مؤقتاً لتثبيت الرمال لغاية نمو الأشجار والشجيرات المغروسة، برشة تحت ضغط معين (100 إلى 120 رطلاً في البوصة المربعة) فينتوزع بشكل رذاذ على سطح الرمال مشكلاً طبقة رقيقة سوداء منفذة نسبياً تلتصق تماماً بالطبقة السطحية للرمل، وتمنع انتقال حبات الرمال تحت تأثير

الرياح. يجري في هذه الطريقة تغطية سطح الرمال بشكل تام تقريباً، ولذلك تكون الحماية تامة.

وقد لوحظ في ليبيا أن طريقة التثبيت هذه ناجحة فقط في الكثبان الرملية القارية وغير فعالة في الكثبان الرملية الساحلية.

يجري تجربة مواد كيميائية ولبن المطاط لتثبيت الرمال المتحركة، إلا أنه من المبكر جداً تعميم استعمالها.

انتشرت طريقة التثبيت بمشتقات النفط بشكل خاص في البلاد الغنية بالنفط، مثل ليبيا والمملكة العربية السعودية وإيران.

(راجع الفصل السابع: الوسائل المتبعة في مكافحة التصحر في الجماهيرية العربية الليبية الاشتراكية الشعبية).

د - التثبيت بواسطة النباتات (التثبيت الحيوي): بعد إيقاف حركة الرمال يجري تشجير الكثبان الرملية باستعمال أشجار أو شجيرات تستطيع التكيف مع بيئة هذه الكثبان، ونظراً لتنوع الخصائص البيئية المميزة للكثبان الرملية عامة، ولاسيما منه حيث:

- وجودها قرب البحار وتأثرها برياح البحر المالحة، أو بُعدها عن البحار في داخل القارات.

- اختلاف درجات الحرارة اليومية والفصلية ودرجات الحرارة العظمى والصغرى.

- اختلاف الرطوبة الجوية.

- تغيرات خصائص التربة، لاسيما من حيث نسبة الغضار، وسماكة الرمل وطبيعة الطبقات تحت التربة، وخصائص الطبقة المائية الأرضية - طبيعة الرياح ودرجة حرارتها وجفافها.

فإنه يتم انتقاء الأنواع تبعاً للخصائص البيئية السابقة الذكر. إن التجارب العديدة التي أُجريت في العديد من البلاد وفي ظروف بيئية متنوعة، سمحت بانتخاب عدد من الأنواع الملائمة لتشجير الكثبان الرملية.

بالنسبة للكثبان الرملية الشاطئية، استعملت الأنواع التالية حسب احتياجاتها المطرية:

Acacia cyanophylla (= *A. saligna*), *Acacia cuclops*, *Acacia tortilis*, *Eucalyptus gomphocephala*, *Pinus canariensis*, *Pinus pinaster*, *Pinus pinea*,

Ricinus communis, *Saccharum aegyptiacum*, *Tamarix articulata* (= *T. aphylla*), *Opuntia ficus - indica* var *issemis*.

بالنسبة للكتبان الرملية القارية، استعملت الأنواع التالية حسب احتياجاتها المطرية ودرجة تحملها للبرد وللوحدة التربة:

Acacia cyanophylla (= *A. saligna*), *Acacia cyclops*, *Atriplex halimus*, *Calligonum commosum*, *Calligonum arich*, *Calligonum azel*, *Eleagnus angustifolia*, *Haloxylon persicum*, *Retama raetam*, *Prosopis juliflora*, *Opuntia ficus-indica*, *Tamarix articulata* (= *T. aphylla*).

وهناك بعض أنواع الأوكالبتوس الجفافية التي يمكن الاستفادة منها في تثبيت الكتبان الرملية مثل:

Eucalyptus astringens, *E. dundasii*, *E. brockuagi*, *E. melliodora*, *E. Salmonophloia*, *E. Salubris*, *E. occidentalis*, *E. Sideroxylon*.

من الجدير ذكره أن بعض أنواع الأوكالبتوس المستعملة في تشجير الكتبان الرملية مثل *E. Gomphacephala* و *E. Camaldulensis* التي تمتد جذورها إلى مسافات بعيدة في التربة، يمكن أن تسبب انخفاض مستوى الطبقة المائية الأرضية إذا كانت مزروعة بكثرة وعلى مساحات كبيرة. في هذه الظروف يكون من الضروري تلافي استخدام هذه الأنواع بكثرة واستبدالها بأنواع قليلة الاستهلاك للماء، مثل الطرفاء والاكاسيا وأنواع الأوكالبتوس الجفافية.

ملاحظة هامة:

إن الغراس المستعملة لتثبيت الكتبان الرملية يجب أن تكون بطول حوالي المتر، كما يجب زرعها على عمق يراوح بين 40 و60 سم، وذلك لتمكينها في الأرض وإيصال الجذور إلى المنطقة الرطبة.

هـ - الطريقة المباشرة في تثبيت الرمال: إن الطريقة السابقة المعروفة بالطريقة التقليدية، والتي تهدف إلى إيقاف الرمال بطرق ميكانيكية قبل القيام بإدخال النباتات، هي مكلفة.

إن الطريقة المباشرة تستغني عن الطرق الميكانيكية وتعتمد على استعمال غراس طويلة (80 سم إلى 120 سم) وزرعها على عمق 40 إلى 60 سم وترك 40 سم فوق السطح، وقد أعطى النوع *Acacia Cyanophylla* نتائج حسنة في تثبيت الكتبان الرملية الشاطئية السورية بالطريقة المباشرة.

و - حماية المشاجر: بعد إنشاء المشاجر يصبح من الضروري حمايتها من الرعي ومن الحرائق ومن تعديلات الأمالي.

إن مشاجر الكتبان الرملية حساسة جداً للحرائق نظراً للتجفيف السريع الذي يصيب البقايا النباتية المتراكمة فوق سطح التربة؛ لذا يتوجب أخذ جميع الاحتياطات اللازمة منذ البداية لحماية مشجرات الكتبان من الحرائق، كإنشاء خطوط مضافة للحريق، بعرض عشرة أمتار تحيط بمساحات مشجرة بحدود عشرين هكتاراً.

إن هذه الحماية من الحرائق ذات أهمية بالغة في المناطق المشجرة بالصنوبريات السريعة الاشتعال، أما الأشجار ذات الأوراق العريضة فهي أقل حساسية للحرائق من الصنوبريات.

يجب حماية المشاجر من الرعي لاسيما في بداية عمرها. إلا أنه بعد أن يتم تثبيت الكتبان الرملية بواسطة الأشجار بشكل جيد، يمكن السماح للرعي شرط أن يراقب بشكل تام.

ي - الرّي: في المناطق الجافة وشبه الجافة تحتاج الغراس المزروعة في الكتبان الرملية إلى الري قبل أن يتكون المجموع الجذري بشكل يسمح لها بأن تستفيد من المياه في الأفاق العميقة من الكتبان الرملية. يجب أن تتم السقاية في الأتربة الرملية العميقة بشكل ريات قليلة ولكن غزيرة، كي تصل المياه إلى الأعماق بدلاً من أن تتم بشكل ريات متكررة وبكمية قليلة من المياه، لاسيما إذا تم استعمال غراس طويلة وزرعت بشكل عميق في الرمل.

إن الكمية التي يمكن استخدامها في كل سقاية تتراوح بين 15 و20 ليتراً، ويفضل تغطية السطح برمل جاف بعد الري للتخفيف من التبخر.

6.3.6 - زيادة وفرة المياه في المناطق الجافة وشبه الجافة

تعرفنا فيما سبق إلى أهمية العامل المائي في المناطق الجافة وشبه الجافة، وشرحنا الوسائل التي يمكن اتباعها لصيانة الأتربة والمياه في الأراضي الزراعية والأراضي الحرجية وأراضي المراعي الطبيعية (راجع بحث صيانة التربة والمياه).

وما نرغب في شرحه هنا هو الوسائل الفنية المتعلقة بالحصول على المياه النادرة، بغية استعمالها في المناطق الجافة وشبه الجافة والتي لا تزال مجهولة بالنسبة للكثيرين. إن هذه الوسائل قليلة الكلفة ولا تحتاج إلى تقنية عالية إلا نادراً، ويمكن تعميمها بسهولة. يجب النظر إلى هذه الوسائل على أنها وسائل مكملة للطرق التقليدية المستخدمة على نطاق واسع لتوفير المياه والتصرف بها في المناطق الجافة وشبه الجافة وليس كوسائل بديلة عنها. ومع هذا فإن هذه الوسائل هي ذات نفع

مباشر على المستوى المحلي في مجال تنمية الموارد المائية واستغلالها، لاسيما في الأماكن البعيدة ذات الموارد المائية غير المنتظمة.

1 - الوسائل التقنية لزيادة موارد المياه

إن هذه الوسائل متعددة ونذكر أهمها فيما يلي:

1 - جمع مياه الأمطار

استعملت هذه الوسيلة في الماضي عن طريق توجيه مياه الأمطار السائلة على المنحدرات إلى الحقول المزروعة أو إلى خزانات لحفظها والاستفادة منها عند الحاجة.

وبالرغم من أن الأمطار هي غير منتظمة الهطول في المناطق الجافة، فإنها مع ذلك تعطي كميات جيدة من المياه يمكن الاستفادة منها في الزراعة. ف عشرة مليمترات من الأمطار تعادل مئة ألف ليتر من الماء في الهكتار. لذا فإن تجميع هذه المياه يمكن أن يؤمن الماء لمناطق فقيرة بالموارد المائية حيث من الصعب حفر الآبار، أو وجود المياه الجوفية، أو لبعد المصدر المائي الرئيسي والتكلفة الكبيرة لجلب المياه من بعيد.

إن لهذا النمط من توفير المياه فائدة على مستوى القرى الصغيرة والمدارس والحدائق وسقاية الحيوانات الأهلة والبرية.

إن جمع مياه الأمطار عملية ممكنة في المناطق المنخفضة الأمطار، إلا أنه يعتقد أنه بحدود 50 مم من الأمطار في السنة هو الحد الأدنى. ويتم ذلك بالطرق التالية:

- تنظيف المنحدر من النباتات والحجارة ورص التربة وذلك لزيادة المياه التي تسيل على المنحدر وتجميعها في أسفله.

- معالجة التربة بمواد كيميائية لجعلها كثيفة عديمة النفوذية للمياه لتسهيل سيلان المياه عليها. ويستخدم لهذا الغرض أملاح الصوديوم في الأتربة الغضارية؛ ويمكن استخدام الإسفلت وشموع البارافين أو تغطية التربة بمادة بلاستيكية.

عندما يتم جمع المياه من المنحدرات يمكن الاستفادة منها لإنتاج المحاصيل الزراعية المتنوعة في المناطق الجافة وشبه الجافة. ومن الجدير ذكره أن هذه الطريقة كانت متبعة في الحضارات القديمة الشرق أوسطية.

في المناطق الجافة حيث تسقط الأمطار بشكل زخات وتسيل المياه بشدة على المنحدرات، يمكن الاستفادة من هذه المياه في الزراعة (مع تلافي الأضرار الناشئة عن السيول)، عن طريق نشرها لرعي المحاصيل.

إن هذا النمط من نشر المياه يجب أن يتم بعناية لتلافي الأضرار الممكنة من سوء التصميم. لذا يجب أن يؤخذ في الاعتبار طبوغرافية المنطقة ونوع التربة والنبت الطبيعي.

2 - الري بالمياه المالحة

تتوفر المياه المالحة بكميات كبيرة في المناطق الجافة، وشبه الجافة، ولكنها نادراً ما تستخدم في ري المحاصيل الزراعية لأنها تحد من نمو النبات. غير أن العديد من الدراسات يدل على أن المياه المالحة إذا استخدمت بعناية وفي ظل ظروف مؤاتية، يمكن الاستفادة منها في الري الزراعي.

إن مقاومة المحاصيل للملوحة تلعب دوراً هاماً في استعمال المياه المالحة في الري (راجع بحث مكافحة تملح الأرض).

يعطي مختبر الملوحة في الولايات المتحدة الأمريكية التصنيف التالي للمياه استناداً إلى الناقلية الكهربائية conductivity electrical.

نوع المياه	الناقلية الكهربائية
	(ميكرو مو/سم)
مياه قليلة الملوحة	ال فئة الأولى 0-250
مياه متوسطة الملوحة	ال فئة الثانية 250-750
مياه عالية الملوحة	ال فئة الثالثة 750-2250
مياه عالية الملوحة جداً	ال فئة الرابعة أكبر من 2250

بشكل عام، إن المياه التي تتميز بناقلية كهربائية أقل من 750 ميكرومو/سم هي مناسبة للري من حيث احتوائها الصوديومي. كما أن المياه التي تراوح قيمة ناقليتها: الكهربائية بين 750 و 2250 ميكرومو/سم يمكن استعمالها للري أيضاً، وتعطي مردوداً جيداً من المحاصيل، إذا أخذ بعين الاعتبار حسن استغلال الأراضي المروية وجودة صرفها، إلا أن الأثرية يمكن أن تتملح بسهولة إذا كان الصرف سيئاً. لذا من الضروري استعمال هذه المياه بحذر شديد لري الأراضي في المناطق الجافة وشبه الجافة.

إن المياه التي تتميز بناقلية كهربائية أعلى من 2250 ميكرومو/سم فإن استعمالها للري ضعيف جداً، ويقتصر على بعض المحاصيل العالية التحمل للملوحة، وكذلك عندما يكون تحت التربة عالي النفاذية ويسمح بصرف المياه بسرعة. وفي هذه

الحالة يتوجب استعمال كميات كبيرة من هذه المياه المالحة في الري لتأمين الفسل المستمر للأصلاح في التربة. إن مثل هذه المياه ذات الناقلية الكهربائية العالية والعالية جداً، تستعمل للري في عدد من المناطق في العالم (شمال إفريقيا خاصة)، إلا أن استعمالها يرتبط بشروط خاصة جداً، مثل نفوذية تحت التربة، وسهولة صرفه للمياه المقترشة، وزيادة كمية المياه المستعملة للري في الهكتار. إذا لم تؤخذ هذه الشروط بعين الاعتبار فإن استعمال هذه المياه للري في المناطق الجافة وشبه الجافة يؤدي إلى التملح السريع للتربة.

من الضروري أخذ الحذر من العمل بنتائج الدراسات التي أجريت على ري المحاصيل بالمياه المالحة في البلاد المعتدلة المناخ أو الرطبة، وتطبيقها على البلاد الجافة، إذ إن المحصول نفسه المزروع في منطقة معتدلة المناخ أو في منطقة رطبة يمكن أن يتحمل مياه ري أكثر ملوحة مما هو عليه في المناطق الجافة، وذلك لأن مياه الأمطار تقوم بتمديد مياه الري المالحة وبالتالي تخفف من تركيز الأملاح فيها. بالإضافة إلى أن درجات الحرارة المنخفضة يمكن أن تزيد من مقاومة النبات للملوحة.

3 - إعادة استعمال المياه

إن تزايد الطلب على المياه لاسيما في المناطق الجافة وشبه الجافة يجعل من الضروري التوسع في إعادة استعمال المياه. ويعتبر ذلك من أهم الوسائل لتوفير المياه للمناطق الجافة والتي يمكن أن تستعمل في الري وفي الصناعة وفي إعادة تغذية المياه الجوفية. وفي بعض الحالات تستخدم المياه المستعملة بعد معالجتها بتخطيط جيد. ويمكن تلبية حاجة الزراعة والصناعة إلى المياه عن طريق تنقية المياه المستعملة، مما يؤدي إلى توفير المياه العذبة للشرب.

إلا أنه قبل إعادة استعمال المياه يجب التأكد من عدم احتوائها على الجراثيم الممرضة والفيروسات وبيض الطفيليات والمعادن الثقيلة والأملاح والنترات. وذلك لتلافي التأثيرات السلبية لهذه المياه في البيئة عامة وفي صحة الإنسان خاصة.

4 - الآقنية

وهي تسمى قُجَّارة *Foggaras* في شمال إفريقيا وقلج *falaj* في الإمارات العربية المتحدة.

وقد عرف الإنسان هذا النمط من الآبار منذ القدم، وهي كثيرة الإنتشار في البلاد العربية وفي إيران وأفغانستان وباكستان منذ قديم الزمان. وقد بدأ استعمالها

ينتشر من جديد على أثر تطوير معدات وآلات جديدة، وهي تسمح باستخدام الخزونات المائية الجوفية دون الحاجة إلى استخدام المضخات. والقناة هي نفق أفقي يأخذ المياه الجوفية من الأراضي الرسوبية، ويجلبها إلى سطح الأرض للإستفادة منها دون اللجوء إلى مضخات.

إن طول القناة يتعلّق بعمق المياه ويعمل الأرض، ويتراوح وسطياً بين 10 و 16 كم. توجد قناة في جنوب إيران طولها 28 كلم تقريباً.

5 - الجبل الأفقية

تُعمل عادة الينابيع الصغيرة في الدراسات أو التحريات التي تهدف إلى تنمية الموارد المائية. إلا أنه في المناطق الجافة النائية والجبلية، تشكل الينابيع مصدراً مائياً هاماً بالنسبة للاستعمال المنزلي. وقد كُثر حفر مثل هذه الآبار في السنوات العشرين الماضية في جنوب غرب الولايات المتحدة الأمريكية، ويراوح مردودها بين 1 و 230 لترات في الدقيقة، والمتوسط يقع بين 10 و 40 لترات في الدقيقة.

8 - المياه الجوفية القديمة

توجد مثل هذه المياه في المناطق الجافة على أعماق كبيرة نسبياً، وقد تجمعت في زمن قديم، ومعظمها لم يعد يتجدد. وقد تشكل في ظروف مناخية أكثر رطوبة وأمطاراً من الظروف السائدة حالياً، كما هي الحال بالنسبة للمياه القديمة الموجودة في المناطق الصحراوية من شمال أفريقيا وشرق المملكة العربية السعودية وسيناء ومكسيكو والولايات المتحدة الأمريكية.

إن بعض الطبقات المائية القديمة يشكل مخزوناً مائياً ضخماً. إلا أن استعماله يجب أن يأخذ بالحسبان عدم إمكانية تجده مثل المخزون البترولي، وأنه يمكن أن يختفي خلال بضع عشرات السنين.

7 - تحلية المياه

يُستفاد من هذه الطريقة في تحلية مياه البحر لتوفير المياه العذبة في البلاد الجافة الضعيفة الموارد المائية العذبة، كما هو الحال في بلاد الإمارات العربية المتحدة. إلا أن هذه الطريقة لا تزال شديدة الكلفة، وتستخدم بشكل خاص للشرب أكثر من استعمالها للري.

8 - التقطير بواسطة الطاقة الشمسية

تستخدم الطاقة الشمسية لتحلية مياه مالحة عن طريق تبخر الماء وتكثفه، ثم

تجمعه في أجهزة بسيطة ذات غطاء زجاجي. إن هذه الطريقة لا تزال في مرحلة التجربة وتستخدم على نطاق ضيق.

9 - الجبال الجليدية

إن 85% من المياه العذبة في العالم متجمد بشكل جليد في المنطقتين القطبيتين. ويعتقد المهندسون أنه بالإمكان جر جبال جليدية وتغطيتها لحمايتها من الذوبان باتجاه المناطق الجافة لتوفير المياه اللازمة لها. ويمكن الاستفادة من الأقمار الصناعية لانتقاء الجبال الجليدية المناسبة.

إلا أنه نظراً لكون الجليد القطبي يلعب دوراً هاماً في المناخ على الكرة الأرضية، فإنه من الضروري الأخذ بالحسبان انعكاسات هذه التكنولوجيات على المناخ الأرضي قبل تعميمها. بالإضافة إلى ما يمكن أن ينتج من استخدام الجليد القطبي من مشاكل قانونية وسياسية دولية.

10 - المطر الاصطناعي

إن رش بعض الغيوم الحاوية على ماء شديد البرودة ببلورات جليدية أو ثاني أكسيد الكربون المتجمد أو إيبيد الفضة (IAG) يساهم في زيادة هطول المطر، وتسمى هذه الطريقة بذر الغيوم cloud seeding.

إن عملية بذر الغيوم يجب أن تتم في شروط جوية معينة بحيث تكون الغيوم قابلة للبذر، وإلا فإن هذه العملية يمكن أن تؤدي إلى أمطار أقل من الحالة العادية.

إن مثل هذه الوسيلة لزيادة وفرة المياه يجب أن تدرس بعناية قبل تعميمها، إذ إنه من غير المعروف حتى الآن تأثيرها في هطول الأمطار على المناطق المجاورة، وهذا يتطلب أبحاثاً مستفيضة في المستقبل.

ب - وسائل المحافظة على المياه

1 - تخفيض التبخر من السطوح المائية

تتعرض المياه في الخزانات والأقنية المفتوحة إلى تبخر شديد في المناطق الجافة، مما يؤدي إلى خسارة كبيرة في المياه. من هنا تأتي أهمية التخفيف من التبخر لزيادة وفرة المياه في هذه المناطق. ولهذا الغرض تستعمل عدة طرق نوجزها فيما يلي:

- المواد الكيميائية السائلة: مثل الكحولات الأليفاتية كالكحول السيتيلي الذي يجري نشره على سطح الماء فتتشر جزئياته الرفيعة بشكل طبقة رقيقة سماكتها

جزءه واحد. استخدمت هذه الطريقة في البداية باعتبار أن الطبقة الكحولية تخفف من التبخر، إلا أنها بنفس الوقت تزيد في درجة حرارة الماء نتيجة قلة التبخر ويُستعمل عادة أقل من 60 غرام من الكحول في هكتار من السطح المائي. إن هذه الكحولات غير سامة بالنسبة للسمك والإنسان، كما أنها لا تمنع انتقال الأكسجين إلى الماء. لا يمكن استخدام هذه الطريقة في المناطق المعرضة للرياح.

توجد محاولات للتخفيف من تأثير الرياح في الطبقة الكحولية، مثل استخدام شبكة من البلاستيك للحد من جرف وتمزق الطبقة الكحولية الرقيقة.

- استخدام الشمع: ثمة محاولات لاستخدام الشمع للحد من التبخر عن طريق استعمال قطع شمعية ونشرها على سطح الماء. وقد أدت التجارب في مقاطعة أريزونا في الولايات المتحدة الأمريكية أن التخفيف من التبخر في هذه الطريقة يُعادل 85% تقريباً.

- استخدام قطع صلبة عائمة: تجرى حالياً تجارب لاستخدام قطع صلبة عائمة من البلاستيك والمطاط والإسمنت الخفيف وغيرها للتخفيف من تبخر السطوح المائية. وأفضل المواد للتخفيف من ارتفاع حرارة المياه هي المواد الفاتحة اللون التي تعكس أشعة الشمس.

- تعبئة الخزان بالرمل أو بالحجارة: يمكن مراقبة تبخر المياه من الخزانات عن طريق تعبئة الخزان بالرمل أو بقطع من الحجارة بحيث تحتزن المياه داخل الفراغات، كما يترك الماء على مستوى أقل بثلاثين سنتيمتراً من السطح العلوي للرمل أو الحجارة لحجبه عن التبخر. وقد بينت التجارب التي أجريت في ولاية أريزونا في الولايات المتحدة الأمريكية أن حجم الخزان الفعلي قد انخفض إلى 45% وأن التبخر قد انخفض بحدود 90%. فقد أجريت التجربة نفسها في السودان ولوحظ في خزانات جنوب غرب أفريقيا أنه إذا كان مستوى الماء في الخزان تحت سطح الرمل أو الحجارة بحدود متر واحد، فإن التبخر يكون معدوماً تقريباً.

إن الطرق السابقة الذكر أعطت نتائج إيجابية في التخفيف من ضياع الماء عن طريق التبخر في الخزانات الصغيرة والبرك المائية والواحات والأحواض، إلا أن استخدامها في البحيرات والخزانات الكبيرة لم يعط حتى الآن نتائج مقبولة بسبب صعوبة الحد من تأثير الرياح والفيضانات.

2 - تخفيف الماء الضائع عن طريق الترشيح

لأسباب اقتصادية، تستخدم في المناطق الجافة وشبه الجافة أقمشة وخزانات

ترابية للتخفيف من ضياع الماء منها، ومن الضروري العمل على خفض نسبة الماء الراشح عن طريق القاع والجدران.

يستخدم ثمة واق زهيد الكلفة لهذا الغرض مثل رص التربة (المعالجة الكيميائية للتربة) وتغطية التربة بأغطية كثيفة مثل المطاط البوتيلي butyl bubber والبلاستيك والإسفلت. في الأتربة الكلسية النفوذة، يمكن إضافة الصوديوم (كربونات الصوديوم) الذي يفرق الفضار ويقلل بالتالي من نفوذية التربة. إن هذه الطريقة تعطي نتائج حسنة في الأتربة التي تحتوي على كمية من الفضار لا تقل عن 15% وعمقها لا يقل عن 30 سم وتحتوي على كلسيوم. في هذه الحالة، يتبادل الكلسيوم مع الصوديوم ويتحول الفضار الكلسي إلى غضار صوديومي، مما يخفف من نفوذية التربة بتحويل حبات التربة الكبيرة إلى حبات ناعمة.

3 - تخفيف التبخر من سطح التربة

يؤدي تبخر الماء من سطح التربة إلى ضياع كميات كبيرة من الماء في المناطق الجافة حيث يسبب انخفاض الرطوبة الجوية زيادة التبخر. إن ربع أو نصف الماء الضائع من محصول ما مصدره التبخر من سطح التربة.

يمكن التخفيف من هذا الضياع، وبالتالي توفير مياه الري، عن طريق وضع حواجز غير مسامية على سطح التربة مثل الورق والإسفلت والزيت وفيلم من البلاستيك الخ، أو حواجز مسامية بسماكة 5 إلى 25 مم مثل البقايا النباتية أو الحصى أو الرمل. تعرف هذه المواد باسم المهاد mulch.

إن هذه الحواجز المهادية تحفظ رطوبة التربة وتخفف من سرعة الرياح بالقرب من سطح الأرض وتخفف من الانجراف المائي للتربة، وتؤدي بالتالي إلى زيادة مردود المحاصيل، لاسيما في السنوات القليلة الأمطار...

وبالإضافة إلى ذلك فإن الحواجز المهادية التي ترفع من درجة حرارة التربة (البلاستيك، الإسفلت، الزيت، الحصى الداكنة اللون) تؤدي إلى تنشيط إنبات البذور وإسراع النمو في المناطق التي تكون فيها التربة باردة في وقت الزرع.

تستخدم هذه الطريقة غالباً في الزراعة المكثفة في حالة المحاصيل الغالية الثمن. يستخدم الإسفلت للتثبيت الميكانيكي للكثبان الرملية قبل غرس الأشجار أو الشجيرات.

4 - الري بالتنقيط drip irrigation

تعتبر طرق الري العادية مسرفة للماء في المناطق الجافة وشبه الجافة، بسبب

اتساع المساحة المغمورة بالماء والتي تشجع التبخر إلى حد كبير. تتبع الآن طريقة الري بالتنقيط باستعمال أنابيب بلاستيكية توضع أمام النبات على التربة أو تحتها، بحيث يخرج الماء من ثقب إلى كل نبات. وبما أن الماء يربط جزءاً بسيطاً من التربة، فإن التبخر من التربة ينخفض انخفاضاً كبيراً مقارنة مع طرق الري العادية. بالإضافة إلى إمكانية تحديد كمية ماء الري وزمن الري بحيث يخف انجراف التربة ويقل ضياع الماء عن طريق الترشيع.

تستخدم هذه الطريقة بكثرة الآن في المناطق الجافة لري الأشجار المثمرة والأشجار الحراجية ومحاصيل الخضار. ونظراً لارتفاع الكلفة فإنها لم تستخدم بعد لري المحاصيل الحقلية. كما أنها قد تكون ذات أهمية في المستقبل للري في الأراضي المنحدرة نظراً لارتفاع كلفة الري بالطرق العادية في هذه الظروف.

وباختصار فإن طريقة الري بالتنقيط أخذت محل طرق الري العادية في الحالات التالية:

- ندرة المياه أو ارتفاع سعرها.
- شدة نفوذية التربة لتوفير ضياع الماء أو شدة كتوميتها (قلة نفوذيتها) بالنسبة للري بالراحة.
- ارتفاع كلفة تسوية التربة.
- ندني نوعية المياه.
- شدة الرياح بحيث يصعب استعمال الري بالرذاذ.
- قلة العمال المهرة في الري أو ارتفاع أجورهم.

إلا أن هناك بعض العيوب التقنية التي تحد من استعمال هذه الطريقة لاسيما انسداد ثقبوب الأنابيب بواسطة ترسبات كلسية أو حديدية أو بواسطة الطحالب، أو بواسطة الغضار والرمل الناعم. في الوقت الحاضر، لا يمكن استخدام طريقة الري بالتنقيط في حال احتواء المياه على الحديد، ويمكن إزالة الطحالب بالمعالجة الكيميائية ثم بالتصفية. أما طرق إزالة المواد الترابية الناعمة فلا تزال غير فعالة، لاسيما إذا كانت كمية المواد العالقة في المياه كبيرة.

لغاية الآن لا تزال الدراسات حول موضوع تملح التربة في هذا المجال غير كافية، إلا أنه يبدو أقل مما هو عليه بطرق الري العادية.

5 - طرق حديثة أخرى للري

فيما يلي بعض الطرق الحديثة التي يمكن استعمالها للري في المناطق الجافة وشبه الجافة:

- مرشحات صغيرة بشكل أنابيب عمودية توضع في وسط أحواض صغيرة توفر الماء للشجرة المزروعة ضمن الحوض. تسمح هذه الطريقة بالري على المنحدرات وفي الأراضي غير المستوية.

- تستخدم في الولايات المتحدة الأمريكية وليبيا (منطقة الكفرة) طريقة ري بالرش، حيث تستخدم ذراعاً للري بطول خمسمائة متر مثبت على قضيب معدني دوار ومتصل بمضخة تغمس في طبقة الماء الأرضية وتؤمن رياً دائرياً للمحاصيل.

- تستخدم طريقة خاصة للري بالتنقيط، إلا أن الأنابيب تكون مغمورة في التربة بدلاً من أن تكون على سطحها.

- في المناطق القليلة الأمطار في الهند، أجريت تجربة لري محاصيل الخضار (خيار، بطيخ) عن طريق وضع الماء في أصيص فخاري بحيث يمر الماء باتجاه النباتات المزروعة حوله دائرياً. وقد استخدمت هذه الطريقة كمية من الماء تعادل 2 سنتيمترين بالهكتار خلال فترة من النمو تعادل 88 يوماً. إن تبخر الماء من التربة ضعيف في هذه الطريقة لعدم وجوده على سطح التربة.

6 - تخفيف ضياع الماء بالرشح في الأراضي الرملية

تستخدم طريقة خاصة للتخفيف من الماء الضائع بالرشح في الأراضي الرملية، تعتمد على إنشاء حاجز اصطناعي يمنع تسرب المياه إلى الأعماق، ويساعد على تجميع مياه الأمطار أو مياه الري الراشحة في منطقة نمو الجذور. لا تستعمل هذه الطريقة في الأراضي الرملية، التي تحتوي على أفق كتيم تتجمع فوقه المياه، وتبقى تحت تصرف جذور المحاصيل، إذ إن الحاجز في هذه الحال موجود طبيعياً.

توضع هذه الحواجز على عمق 60 سنتيمتراً تحت سطح التربة، مع الاهتمام بترك فجوات بطول 150 متراً لصرف المياه. تصنع هذه المواد غالباً من الإسفلت، إلا أنه يمكن استخدام أي مادة كثيفة للمياه لهذا الغرض، فلقد استعملت في شرق أفريقيا صفائح من البلاستيك، وفي هنغاريا بقايا نباتية مثمرة أو سماد بلدي غني بالغرويات.

توضع هذه الحواجز عن طريق رفع طبقة التربة السطحية، ثم إضافة الحاجز يدوياً، ثم إعادة الطبقة السطحية للتربة. بالنسبة للحاجز الإسفلتي تستخدم الآن آلات خاصة تقوم بالعملية دون رفع الطبقة السطحية.

7 - التخفيف من تعرق النباتات

إن واحداً بالمائة فقط من الماء الممتص من قبل جذور النباتات يندمج في الخلية

النباتية. أما الباقي (99%) فإنه ينتقل عبر النبات ويعود إلى الجو بشكل بخار ماء.

والتعرق dispersion هو العملية الفيزيولوجية التي تؤدي إلى خسارة كميات كبيرة من الماء بشكل بخار، فإذا أمكن التقليل من التعرق، أدى ذلك حتماً إلى تخفيض محسوس في الطلب على المياه، لاسيما في المناطق الجافة.

يمكن التخفيف من التعرق بالطرق التالية:

- تهجين hybridising ضروب قليلة التعرق.

- إنشاء كاسرات رياح.

- نزع الأوراق غير المنتجة مثل الأوراق السفلى في القمح والشعير التي لا تساهم إلا قليلاً في نمو الحبوب.

- استخدام مواد كيميائية بحيث ترش على النباتات وتؤدي إلى التخفيف من التعرق. إن هذه الطريقة لا تزال في بدايتها وتحتاج إلى مزيد من التجارب العلمية والدراسات الاقتصادية.

8 - الزراعة في بيئة تم التحكم بها

أخذ ينتشر استخدام البيوت الزجاجية أو البلاستيكية العالية أو المنخفضة لزراعة المحاصيل. وفي هذا النمط من الزراعة يقل الطلب على المياه لنمو النباتات. يقوم مركز أبحاث المناطق الجافة في أبوظبي بإجراء دراسات مفصلة على هذا النمط من الزراعة لإنتاج الخضار ويستخدم مياه البحر التي تمت تحليلتها.

9 - زيادة قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء

إن جزءاً كبيراً من مياه الري يضيع عادة بالتبخر أو يترشح إلى ما تحت منطقة الجذور.

بعض المواد الكيميائية الأليفه الرطوبية hydrophilous تمتص الماء، وتحوّل بذلك دون تبخرها وضياها. إن إضافة هذه المواد إلى الأتربة يجعلها تحتفظ بالماء لفترة طويلة من الزمن، متيحة لجذور النباتات الاستفادة منها عند الحاجة.

بهذه الطريقة يمكن زيادة قدرة التربة الرملية بشكل خاص على الاحتفاظ بالماء وعلى الاستفادة منه من قبل النباتات، وترفع بالتالي معدل النمو عند مستوى منخفض من الرطوبة الأرضية. وقد لوحظ أن جذور النباتات والشعيرات الماصة تنمو داخل وحول هذه المواد المنتفخة وتستخرج الماء منها.

إن هذه المواد الأليفه الرطوبية تستطيع امتصاص كمية من الماء تعادل 20 مرة

وزنها من الماء، إلا أنها لا تزال قيد التجربة.

يمكن زيادة قدرة الأتربة الرملية على الاحتفاظ بالماء أيضاً بإضافة 5% من الفحم البيني المسحوق إلى سطح التربة مما يساعد على مضاعفة الماء المستفاد منه في الطبقة السطحية ويرفع من درجة حرارتها.

10 - التغذية الاصطناعية لطبقة الماء الأرضي

يتجدد الماء المستخرج من الطبقات المائية الأرضية عادة بالتغذية الطبيعية عن طريق الأمطار. إلا أن الاستهلاك المفرط للمياه الأرضية عن طريق تعدد الآبار يسبب انخفاض مستوى المياه الأرضية بشكل تدريجي إلى حد التجفيف الكامل. في مثل هذه الحالات يمكن اللجوء إلى التغذية الاصطناعية لطبقة الماء الأرضي عن طريق المياه السطحية. وفي بعض الحالات يمكن حفر آبار أو فتح حُفَر تصل إلى الطبقة المائية الأرضية لتسهيل تغذيتها بالماء السطحي. وفي حالات أخرى تفرش المياه على سطح التربة لتترشح داخل التربة باتجاه الطبقة المائية. وتستخدم هذه الطريقة الأخيرة عندما تكون الطبقة المائية قريبة من سطح التربة. أما الحفر والآبار فتستخدم على التوالي عندما تكون الطبقة المائية متوسطة العمق أو عميقة. إن هذه الطرق رخيصة الثمن ولا تحتاج إلى خبرة تقنية عالية.

يمكن الاستفادة من تجميع مياه الأمطار في التغذية الاصطناعية لطبقة المياه الأرضية والاحتفاظ بها في الأعماق بمعزل عن التبخر والتلوث والتلصق.

4.6 - الإدارة المتكاملة لأحواض مساقط المياه

1.4.6 - أهمية وأهداف إدارة أحواض مساقط المياه

إن العديد من الكوارث والمجاعات التي حصلت في كثير من مناطق العالم، نتجت من سوء استغلال وسوء إدارة المياه. والحقيقة أن كوارث الجفاف الشديد والفيضانات التي انصبت على هذه المناطق كان يمكن التخفيف من حدتها وحتى تلافيها لو أمكن الاستفادة بشكل جيد من المعلومات المتوفرة لدى الإنسان المعاصر بخصوص إدارة واستغلال مساقط المياه.

إن أهمية الماء في المناطق الجافة وشبه الجافة لا تحتاج إلى إثبات. غير أنه من الجدير التذكير به هو أنه، حتى في البلاد الرطبة المدارية، قد حصلت فترات طويلة من النقص في الماء، سببها انحباس الأمطار أولاً وسوء استغلال الأتربة والمياه وإزالة الغطاء النباتي ثانياً.

إن إزالة الغطاء الحراجي في العديد من البلاد بغية تحويل الأراضي الحراجية إلى أراضٍ لإنتاج المحاصيل الزراعية، كادت تؤدي إلى انجراف التربة وتكوين السيول، كما حوّلت تدفق الأنهار إلى سيول خلال فصل الأمطار وإلى خيوط من الماء خلال فصل الجفاف. وقد سبب ذلك حدوث فيضانات خلال فترة الأمطار وجذب خلال فصل الصيف، وما ينتج من ذلك من انخفاض في المحصول ومجاعة تهدد حياة الملايين من البشر.

إن الحل الذي يفكر به وينفذ عادة في مثل هذه الحالات هو إنشاء سدود لتنظيم تدفق مجاري المياه وحماية الأراضي الموجودة في المناطق السفلى من السد، باعتبار أنها ستستغل زراعياً. إلا أن فعالية هذه السدود لا تمتد إلا لسنوات محدودة فقط نتيجة ترسبات المواد المنجرفة من المناطق العليا وراء السد بسبب سوء استغلال الأراضي في المناطق العليا وإزالة غطائها النباتي. لذا فإن بعض الميزات التي يمكن أن تنتج لفترة قصيرة من إقامة هذه السدود لا ترافقها تحسينات دائمة لجميع أراضي الحوض المائي ولا يتبعها نمو متوازن في المنطقة، في أعلى الحوض وأسفله.

ولكي تكون فعالية السد دائمة، فإن البدء في استغلال موارد التربة والمياه في منطقة الحوض يجب أن يسبقه تخطيط شامل ومتكامل لاستخدام الأراضي، هذا وإن إعداد الخطط يجب أن يأخذ بالحسبان نوعية الأتربة والمياه والغطاء النباتي في الحوض، وكذلك العوامل الاجتماعية والاقتصادية التي تؤثر في سكان المنطقة المدروسة عامة، وفي طريقة استخدام واستغلال الأتربة خاصة.

كما أنه من الضروري الاهتمام الدائم والمستمر في برامج الاستغلال ومراقبتها عن كثب وخاصة ما يتعلق منها باستغلال الأتربة والمياه، والتغيرات البيئية التي يمكن أن تنتج من بناء السد ومشاريع الري الزراعي المرتبطة به والنمو السكاني والعمراني، وإلا أعطت هذه المشاريع عكس ما هو متوقع منها، كانتشار بعض الأمراض لدى الإنسان والحيوان نتيجة الري في المناطق الجافة والحارة، وتملح وغرق الأتربة وتلوث المياه، كما بدأ يظهر في مشاريع ري حوض الفرات. هذا ومن المهم الاهتمام بكل منطقة الحوض سواء في أعلى السد أو في أسفله دون أي تمييز.

تهدف إدارة أحواض مساقط المياه إلى وضع خطة شاملة متكاملة للاستفادة على الشكل الأمثل من الموارد الطبيعية للحوض، والمحافظة عليها على مر الزمن في الوقت نفسه. وتتأخذ هذه الخطة بالحسبان الموارد الطبيعية، من مياه وأتربة وغطاء نباتي وحيوانات برية.

يوجد عامل مشترك لخطط استغلال الأراضي كافة، لاسيما في مناطق حوض المتوسط، ألا وهو الطلب المتزايد على المياه، والحقيقة أن التنمية الاقتصادية

تتطلب دوماً مزيداً من استهلاك المياه على جميع المستويات، لذلك فإن الإدارة الجيدة للموارد المائية تعتبر إحدى المركبات الأساسية في أي مشروع للتنمية. وبالإضافة إلى ذلك فإن الماء هو أحسن دليل لمعرفة مستوى جودة الإدارة في الصوض المائي، أو بتعبير آخر، إذا كان استغلال المياه جيداً في الحوض، فإن إستغلال الموارد الأخرى الباقية يكون جيداً أيضاً في معظم الأحيان. إن «الماء» هو العنصر الحساس في أية خطة لإدارة واستغلال الأحواض المائية، وإن حسن مراقبته والسيطرة عليه يعتبران من المبادئ الأساسية لنجاح أية خطة شاملة للاستغلال الرشيد لأي حوض مائي.

هذا ومن الجدير ذكره أن العوامل الاجتماعية يجب أن تأخذ مكانها الطبيعي عند إجراء أية دراسة لاستغلال الأحواض المائية، وأن إغفال هذه العوامل، أو عدم إعطائها حقها من الدراسة والاهتمام في العديد من المشاريع، في منطقتنا بالذات، كان من أهم أسباب تعثر نجاح هذه المشاريع بالرغم من الدراسات الممتازة التي تحدث لعوامل التربة والمياه والنباتات، وبالرغم من استخدام الوسائل التكنولوجية الحديثة لاستغلال الموارد الطبيعية.

تطبيقات الاستشعار عن بعد في إدارة واستغلال أحواض مسقط المياه

إن الاستشعار عن بعد remote sensing ليست طريقة حديثة جداً في مجال علوم الأرض، إذ إنه قبل عام 1960، كانت تستخدم الصور الجوية المأخوذة من الطائرات على ارتفاعات منخفضة ومتوسطة لدراسة الأحواض المائية وإنشاء خرائط التربة وخرائط الغابات، لتخطيط الطرق والتنقيب عن البترول والمعادن، وكذلك لتخطيط استخدام الأراضي.

إلا أن الجديد في ذلك هو استخدام الأقمار أو التوابع الأرضية في الاستشعار عن بعد، وخاصة ابتداء من عام 1960 عندما أطلق أول قمر تحت اسم Tiros-1. ومنذ ذلك التاريخ أطلقت عدة أقمار أرضية للاستفادة منها في البحوث والدراسات المائية، وخاصة فيما يتعلق بدراسة وإدارة أحواض المساقط المائية.

وبالنظر إلى النتائج الإيجابية التي يمكن الحصول عليها من الصور المأخوذة بواسطة هذه الأقمار، أطلق قمر أرضي تجريبي اسمه Landsat-1 بهدف دراسة موارد الأرض في 23 تموز عام 1972، ثم تبعه آخر Landsat-2 في 22 كانون ثاني 1975.

إن ميزات المركبات الفضائية تأتي من كونها تستطيع أن تؤمن مراقبة إقليمية ثابتة ومتكررة.

إن القمرين Landsat-1 و Landsat-2 هما مركبتان متماثلتان يمر كل منهما بنقطة معينة على الأرض مرة كل 18 يوماً، ويؤمن تغطية بالصور لجزء من القشرة الأرضية، بعرض 185 كلم.

إن تجارب مختبر الفضاء Skylab لعام 1973-1974 الذي وضع على ارتفاع 435 كم قدمت معطيات فضائية إضافية من نوعية عالية جداً في مجال دراسة الموارد المائية الأرضية وخاصة في المجالات التالية: إنشاء خرائط للتلوج، جرد المياه السطحية، دراسة الفيضانات، مراقبة استخدام الأراضي من الناحية المائية، وإنشاء نماذج لآحواض مساقط المياه.

لذلك فإنه من الضروري أن يتكيف الاختصاصيون في مجال إدارة أحواض مساقط المياه مع هذه التقنيات الجديدة إذا أرادوا الاستفادة منها بشكل فعال في عملهم.

2.4.6 - أسس الإدارة المتكاملة لإعداد مشروع لتنمية أحواض مساقط المياه

إن الاتجاه السائد منذ الستينات في إدارة واستغلال أحواض مساقط المياه هو الاتجاه المتكامل لمشاريع الاستغلال، وهذا يتطلب التعاون الوثيق بين العديد من الاختصاصيين كل في مجاله بهدف وضع الخطة المتكاملة والشاملة لإدارة واستغلال أحواض مساقط المياه.

وقد بينا فيما سبق أهمية العامل المائي في خطط التنمية الشاملة المتكاملة للآحواض المائية، وأنه يعتبر دليلاً على مستوى جودة أية خطة لإدارة الأحواض. كما بينا أيضاً ضرورة الاهتمام بالدراسات الاجتماعية وإعطائها حقها إذا أريد النجاح لخطط التنمية.

إن استراتيجية التكامل في إدارة حوض مائي ما، يجب أن تأخذ بالحسبان جميع العوامل البيئية والموارد الطبيعية في الحوض قيد الدراسة. وهذا يتطلب اتباع ما يلي:

1 - إجراء حصر للموارد الطبيعية في الحوض من مياه وأتربة وغطاء نباتي وحيوانات برية عن طريق:

- إجراء دراسة مفصلة للمناخ وخصائصه من حيث الأمطار (الكمية، التوزيع، الشدة، الخ...) والحرارة والتبخّر والرياح، إلخ...
- إجراء دراسة مفصلة للتربة بهدف تصنيفها تبعاً لقدراتها الإنتاجية.
- مسح للغطاء النباتي من غابات ومراع طبيعية من حيث المساحة التي يغطيها في الحوض والتنوعية والكثافة والإنتاج.

- تقدير فقد التربة عن طريق الانجراف وخاصة الانجراف المائي.
- جمع كل المعلومات المتعلقة بالفيضانات والسيول.
- معرفة خصائص تدفق المجاري المائية.
- مسح للزراعات الموجودة من حيث نوع المزروعات وطرق تهيئة الأرض للزراعة والدورات الزراعية والمكثنة الخ...
- مسح للحيوانات البرية المنتشرة.

2 - إجراء حصر للموارد البشرية وخاصة:

- عدد السكان، التزايد السنوي، حجم العائلة، الهجرة من الشباب.
 - المستوى التعليمي والتقني، التقاليد الاجتماعية ومدى تقبلها للتطور.
 - المستوى الصحي.
- وقد ببناء سابقاً أن التخطيط المتكامل للأحواض المائية هو من الأعمال المتعددة الاختصاصات التي تتطلب التعاون بين اختصاصيين من فروع مهنية مختلفة، وأن كل اختصاصي يجب أن يحاول دمج معرفته بمعارف الآخرين للخروج بخطة متكاملة.
- إن أي مخطط لحوض مائي، يجب أن يهيأ انطلاقاً من الخرائط التالية:

- خريطة طبوغرافية، إن المقياس الأكثر استعمالاً هو $\frac{1}{10.000}$ ، إلا أنه يمكن

استعمال مقاييس أكبر أو أصغر.

- خريطة توضح ميل الأرض بواسطة منحنيات تبين فئات أساسية من الميول: 5% ، 5-15% ، 15-35% ، 35-85% ، أكثر من 85% .
- خريطة تبين القدرة الإنتاجية للتربة تبعاً للانحدار والعمق والخصائص الكيميائية والفيزيائية وغيرها من التفاصيل.
- خريطة لانجراف الأتربة تبين شدة الانجراف ونوعه وأسبابه إن أمكن.
- خريطة الغطاء النباتي من حيث النبت الطبيعي والمزروعات.
- خريطة مناخية تبين العوامل المناخية الأساسية المؤثرة في الانجراف وفي الإنتاج الزراعي، ولا سيما الكميات العظمى والصغرى للأمطار وشدة الأمطار، ودرجات الحرارة العظمى والصغرى التي لها التأثير الفعلي في الانجراف المائي وفي حياة النبات، كما أنه يجب تلامي الاعتماد على المتوسطات.

3.4.6 - تنوع الخصائص الحيوية للمناخات الجافة وعلاقتها بإدارة واستغلال المناطق الجافة

مقدمة

إن حسن استغلال النبت الطبيعي من غابات ومراع، وإحياء وتطوير المناطق الجافة الواقعة ضمن مناطق المناخ المتوسطي، تتطلب معرفة عميقة للعلاقات الموجودة بين النباتات والبيئة. والمناخ هو أحد العوامل البيئية الرئيسية التي يرتبط بها توازن النبت الطبيعي والأسس التي تبني عليها خطط إدارته واستغلاله استغلالاً رشيداً، والتي يتعلق بها استغلال المحاصيل الزراعية في الزراعة المروية والمطرية. كما أنه يؤثر في العلاقات بين النباتات والعوامل الأرضية تأثيراً واضحاً.

إن تأثير العوامل المناخية في النبت الطبيعي والمزروع يأخذ أهمية خاصة في المناطق التي تتميز بجفافها، لا سيما تلك التي تتميز بالجفاف والبرودة معاً، كما هو في بلاد شرقي المتوسط، حيث تنخفض درجة الحرارة انخفاضاً ملموساً في الشتاء مثل هضاب الأناضول والبادية السورية.

إن المناخات الجافة متنوعة من حيث خصائصها البيولوجية ومن حيث تأثيرها في النبت الطبيعي والمزروع، ولا بد معرفتها بشيء من التفصيل للتمكن من تكيف النبت مع المناخ، وإمكانية مقارنة هذه المناخات فيما بينها. كما أن دراسة خصائص هذه المناخات تعتبر من المبادئ الأساسية لوضع خطة متكاملة لإدارة واستغلال أحواض مساقط المياه.

1 - أهم الخصائص الحيوية للمناطق الجافة

للمناطق الجافة خصائص متميزة من حيث تأثيرها في الكائنات الحية، النباتية والحيوانية، ويمكن تلخيص هذه الخصائص بما يلي:

1 - تتبدل هذه الخواص تبعاً لطبيعة المناخ السائد سواء كان مناخاً متوسطياً أو مدارياً أو قارياً. لذلك فإنه توجد مناطق جافة متوسطة ومناطق جافة مدارية ومناطق جافة قارية. ولهذه المناطق خصائص تختلف فيما بينها من حيث نمط توزع الأمطار على أشهر وفصول السنة والدورة الضوئية والحرارية، وبالتالي فإن نمط تأثيرها في النبت يكون مختلفاً تبعاً لطبيعة المناخ السائد. ففي المناطق الجافة المتوسطية تهطل الأمطار في الأشهر الباردة والباردة نسبياً بينما يكون الصيف الحار جافاً باستمرار، كما تتميز هذه المناخات بدورة ضوئية يومية وفصلية.

أما في المناطق شبه الجافة الخاضعة للمناخ المداري فتتهطل الأمطار في الفترة التي تتناسب مع الفصل الحار في بلدنا، وهي تتميز بدورة ضوئية يومية فقط بحيث

لا تختلف مدة الليل والنهار إلا قليلاً. أما في المناطق شبه الجافة الخاضعة للمناخ القاري فهي تتميز بفترة أمطار تهطل في الربيع وبداية الصيف وتتميز بدورة ضوئية يومية وفصلية.

لذلك من الضروري أخذ نمط المناخات السائدة في المناطق الجافة بالحسبان عند المقارنة بينها، أو عندما يراد الاستفادة من الدراسات والتجارب في منطقة ما لتطبيقها في منطقة أخرى، وإنه من الخطأ المقارنة بين مناطق مناخية تتميز بكمية الأمطار السنوية نفسها وخاضعة لمناخات مختلفة من حيث توزيع الأمطار على أشهر وفصول السنة، ولها دورة ضوئية يومية وفصلية متباينة.

ب - من أهم خصائص المناخات الجافة وشبه الجافة، مهما كان نوعها، تبدل كمية الأمطار من عام إلى آخر، علماً بأن شدة التبدل تزداد مع ازدياد درجة جفاف المنطقة. ولهذه الخاصة انعكاسات واضحة على حياة الإنسان في هذه المناطق، وعلى استغلال الغطاء النباتي الطبيعي والمحاصيل الزراعية والمياه.

كما تعتبر هذه الخاصة من العوامل المساعدة على التصحر إذا أسيء استغلال الغطاء النباتي والمياه والتربة، لا سيما إذا طالت الفترات الجافة التي تحصل من وقت لآخر دون إمكانية التنبؤ عن حدوثها، كما بيّنا ذلك فيما سبق (الأسباب المؤدية إلى التصحر). لذا يجب أخذ هذه الخاصة بالحسبان أثناء وضع خطط استغلال المناطق الجافة وشبه الجافة.

يبين الجدول - 14 - تبدلات الأمطار السنوية في محطتين في شمال القطر العربي السوري بين 1957 و1964.

جدول -14- تبدلات الأمطار السنوية في محطتي إعزاز وراجو في القطر السوري

السنة المحطة	إعزاز	راجو
1957	379.0	433.2
1958	335.1	388.3
1959	353.6	531.6
1960	404.3	472.8
1961	502.0	584.1
1962	439.8	541.9
1963	636.3	712.9
1964	419.0	544.0
المقوسط	431	525.9

يوضح الجدول 14- أن كمية الأمطار السنوية انخفضت إلى 335 مم في إعزاز عام 1958 وإلى 368.3 مم في راجو في العام نفسه، أي حصلت محطة إعزاز على كمية من الأمطار أقل بمئة مم تقريباً عن المتوسط الذي هو 431 مم وراجو على 157.6 مم أقل من المتوسط.

بينما حصلت إعزاز في عام 1963 على 636.3 مم وراجو على 712.9 مم، أي أعلى بكثير من المتوسط.

ج - ضمن المناخ نفسه، تختلف المناطق الجافة الخاضعة له تبعاً لخصائص لها تأثير مباشر أو غير مباشر في الحياة النباتية والحيوانية وفي المجتمعات البشرية. وإذا أخذنا المناخ المتوسطي كمثال، وهو الذي يهمننا في هذه الدراسة، فإن الخصائص الحيوية للمناطق الجافة المتوسطة تتغير تبعاً لما يلي:

- شدة الجفاف الإجمالي.
- شدة البرودة.
- نمط توزيع الأمطار على الفصول (النظام المطري الفصلي).
- شدة الجفاف الصيفي.
- المجال الحراري بين الفترة الباردة والفترة الحارة من السنة.
- استقرار النظام المطري.

2 - تصنيف المناخات المتوسطة الجافة تبعاً لخصائصها الحيوية

يمكن تصنيف المناخات المتوسطة الجافة تبعاً لخصائصها الحيوية المذكورة أعلاه كما يلي:

1 - التصنيف تبعاً لشدة الجفاف الصيفي: إن الجفاف الصيفي ليس له الشدة نفسها في جميع المناطق الخاضعة للمناخ المتوسطي.

إن المناخات الجافة في شرقي المتوسط تمتاز بجفاف صيفي شديد مقارنة مع المناخات الجافة المتوسطة في غربي المتوسط وفي أستراليا حيث يكون الجفاف الصيفي مخففاً كما هو موضح في الجدول 15-.

جدول -15-

معدل الأمطار الصيفية والسفوية في بعض بلدان
شرق المتوسط وغربه وأستراليا

المحطة	البلد	الأمطار الصيفية	الأمطار السفوية
الإسكندرية	مصر	0.00 مم	203 مم
عمان	الأردن	0.00 مم	298 مم
دمشق	سوريا	0.00 مم	194 مم
حلب	سوريا	0.00 مم	325 مم
حمص	سوريا	0.00 مم	452 مم
بغداد	العراق	0.00 مم	147 مم
الموصل	العراق	0.00 مم	392 مم
طرابلس الغرب	ليبيا	0.00 مم	414 مم
اغادير	المغرب	4.00 مم	287 مم
سفالس	تونس	7.00 مم	197 مم
بنزرت	تونس	33.00 مم	625 مم
باليرمو	إيطاليا	33.60 مم	625 مم
طحالا	تونس	63.00 مم	473 مم
أبيلابيد	أستراليا	65.00 مم	530 مم
بنديفو	أستراليا	90.00 مم	525 مم

يبين الجدول -15- أن محطتي حمص في سوريا وطحالا في تونس تحصل على أمطار سنوية متقاربة، إلا أن الأمطار الصيفية مختلفة، فهي معدومة في حمص، وتعادل 63 مم في طحالا.

ب - التصنيف تبعاً للنظام المطري الفصلي: تختلف المناخات المتوسطية الجافة فيما بينها تبعاً لتوزيع كمية الأمطار الفصلية العظمى والدنيا. ولهذا التوزيع أهمية بالغة من النواحي البيولوجية، ولا بد من أخذها بالحسبان عند استغلال المناطق الجافة. وفيما يلي عرض لهذه النظم المطرية السائدة:

إن كل نظام مطري يمكن أن يتميز بأربعة أحرف للفصول وهي:

- خ : خريف (أيلول، تشرين أول، تشرين ثان).
- ش : شتاء (كانون أول، كانون ثان، شباط).
- ر : ربيع (أذار، نيسان، أيار).
- ص : صيف (حزيران، تموز، آب).

ترتيب حسب تناقص متوسط الأمطار الفصلية

- النظام الأول: ش ر ص

في هذا النظام يكون الشتاء هو الفصل الأكثر إمطاراً ويأتي بعده الخريف، ثم الربيع، ويبقى الصيف جافاً كما هو ظاهر في المحطات التالية:

المحطة	ش	خ	ر	ص	المجموع
إسكندرية (مصر)	143 مم	42 مم	18 مم	12 مم	203 مم
وهران (الجزائر)	184 مم	116 مم	94 مم	11 مم	403 مم
صافي (المغرب)	143 مم	102 مم	78 مم	4 مم	327 مم

- النظام الثاني: ش ر خ ص

في هذا النظام يكون الشتاء هو الفصل الأكثر إمطاراً، وبعده الربيع ثم الخريف والصيف ويبقى جافاً، كما هو ظاهر في المحطات التالية:

المحطة	ش	ر	خ	ص	المجموع
حلب (سوريا)	183 مم	95 مم	43 مم	4 مم	325 مم
سيدي بن عباس (الجزائر)	195 مم	116 مم	100 مم	20 مم	395 مم
وجدة (المغرب)	122 مم	113 مم	87 مم	20 مم	342 مم

يصادف هذا النظام في شرقي المتوسط خاصة (سوريا - العراق - لبنان - تركيا - الأردن).

النظام الثالث: ر ش خ ص

وهنا يكون الربيع هو الفصل الأكثر إمطاراً، ثم يأتي بعده الشتاء ثم الخريف، ويبقى الصيف الفصل الأكثر جفافاً، كما هو ظاهر في المحطات التالية:

المحطة	ر	ش	خ	ص	المجموع
أنقرة (تركيا)	122 مم	115 مم	70 مم	52 مم	359 مم
مراكش (المغرب)	85 مم	81 مم	64 مم	12 مم	242 مم

النظام الرابع: ر خ د ش ص

وهنا يكون الربيع هو الفصل الأكثر إمطاراً، ثم يأتي الخريف ثم الشتاء ثم الصيف، وفي هذا النظام يعتبر الشتاء الفصل الجاف الثاني بعد الصيف:

المحطة	ر	خ	ش	ص	المجموع
إغدير (تركيا)	90 مم	62 مم	50 مم	44 مم	246 مم
Tebessa تبسة	108 مم	93 مم	88 مم	49 مم	338 مم
(الجزائر)					
guercif خرسية	77 مم	51 مم	47 مم	17 مم	192 مم
المغرب					

النظام الخامس: خ د ر ش ص

وهنا يكون الخريف هو الفصل الأكثر إمطاراً، ثم يأتي الربيع. أما الشتاء فهو الفصل الجاف الثاني بعد الصيف:

المحطة	خ	د	ش	ص	المجموع
القيروان (تونس)	98 مم	85 مم	78 مم	25 مم	286 مم
ملائوي (تونس)	44 مم	41 مم	39 مم	13 مم	137 مم
بونيف (المغرب)	35 مم	30 مم	27 مم	10 مم	102 مم

النظام السادس: خ د ر ص

وهنا يكون الخريف هو الفصل الأكثر إمطاراً، ويأتي بعده الشتاء ثم الربيع ثم الصيف أكثر الفصول جفافاً:

المحطة	خ	د	ش	ص	المجموع
بسكرا (الجزائر)	54 مم	45 مم	44 مم	13 مم	156 مم
سوسة (تونس)	130 مم	115 مم	70 مم	12 مم	327 مم
سفاقس (تونس)	81 مم	59 مم	49 مم	8 مم	197 مم

ج - التصنيف تبعاً لاستقرار النظام المطري: إن النظام المطري ليس مستقراً في كل المناطق الجافة الخاضعة للنظام المتوسطي. والحقيقة أنه إذا تم تحليل

التوزيع الفصلي للأمطار سنة بعد سنة. يلاحظ في بعض المحطات أن التوزيع غير متوسطي في بعض السنوات، أي أن الصيف لا يكون الفصل الأكثر جفافاً، بل يكون الفصل الأكثر إمطاراً بحيث يصبح النظام المطري في هذه المحطة نظاماً قارياً من حيث التوزيع المطري الفصلي، كما هو موضح في محطة alpulu في تركيا.

في هذه المحطة يدل متوسط الأمطار الفصلية خلال 16 سنة 1947-1963 على نظام مطري متوسطي مخفف، إلا أن تحليل هذا النظام سنة فسنة يبين وجود 4 سنوات لا يكون فيها النظام متوسطياً بل قارياً، أي يكون الفصل الأكثر إمطاراً هو فصل الصيف كما هو موضح فيما يلي:

العام	ش	ر	هـ	خ
1951	150.90	139.50	219.70	128.20
1955	247.50	69.00	280.70	218.80
1959	152.50	59.10	193.80	138.70
1960	199.00	158.60	216.80	101.70

هذه محطة تتميز إذاً بمناخ متوسطي غير مستقر، بينما نرى أن في محطة أبروج في سوريا التي تتميز بكمية الأمطار السنوية نفسها هي 575 مم، يكون النظام المطري الفصلي ثابتاً ومستقراً باستمرار. لذا فإنه لا يمكن اعتبار المحطتين متماثلتين بيولوجياً بالرغم من تساوي الأمطار السنوية إذ إنه في المحطة التركية، يمكن أن تهطل الأمطار في الصيف في بعض السنوات، بينما لا تهطل إطلاقاً في المحطة السورية، ولهذا تأثير خاص في النبت الطبيعي والمزروع.

إن مثل هذه المحطات موجودة عادة في المناطق التي يلتقي فيها المناخ المتوسطي مع المناخ القاري، كما هو الحال في القسم الشرقي من تركيا.

د - التصنيف تبعاً لشدة الجفاف الإجمالي والبرودة الشتوية. وقد اعتمدنا على طريقة أبرجيه في هذا التصنيف التي تستند إلى المعامل المطري الحراري التالي:

$$Q = \frac{P}{\frac{(M+m)}{2} - (M-m)} \times 1000$$

حيث: P : متوسط الأمطار السنوية بالمليمتر.

M : متوسط درجات الحرارة العظمى للشهر الأكثر حرارة بدرجات السنتيغراد.

m : متوسط درجات الحرارة الصغرى للشهر الأكثر برودة بدرجات السنتيغراد.

تُحسب M و m ابتداءً من الصفر المطلق $0^\circ\text{C} = 273$.

في هذا المعامل تمثل $M - m$ المجال الحراري وتعكس أيضاً التبخر.

بشكل عام كلما صغرت قيمة المعامل كان المناخ أكثر جفافاً وبالعكس.

إلا أن القيمة الخاصة بهذا المعامل ليست لها دلالة بيئية إلا إذا دُمجت مع قيمة m متوسط درجات الحرارة الصغرى للشهر الأكثر برودة.

والحقيقة أن محطات كركوز في تركيا وحلب في سوريا وصافي في المغرب تقع في نفس الطابق البيومناخي نصف الجاف، إلا أن قيمة M مختلفة تماماً من محطة لأخرى كما هو موضح فيما يلي:

المحطة	m°
كركوز	- 15
حلب	+ 2
صافي	+ 8.2

لذا فإن هذه المحطات ليست متماثلة بيولوجياً ولا بيئياً.

يستعمل أبيرجيه مخططاً يضع فيه قيمة Q على محور السينات وقيمة m على محور السينات. وقد صُمم هذا المخطط بالمقارنة بين قيم Q والنبت الطبيعي (راجع المخطط).

واستناداً إلى هذا المخطط يقسم المناخ المتوسطي إلى مجموعة من الطوابق البيومناخية (الجيومناخية) التالية: الجاف جداً - الجاف - نصف الجاف - شبه الرطب - الرطب - فوق الرطب.

وتبعاً لهذا التصنيف فإن المناخات الجافة المتوسطة تناسب الطوابق البيومناخية الشديدة الجفاف والجافة ونصف الجافة. وهذا وإن كل مناخ أو طابق في هذه المناخات والطوابق يقسم بدوره إلى تحت مناخ وطابق علوي وأوسط وسفلي. كما يمكن تقسيمه أيضاً حسب قيمة m ومما هو ظاهر في المخطط. وقد اعتمد أبيرجيه في هذا التقسيم الحراري للمناخات والطوابق على قيم m التالية:

$m > 7^\circ\text{C}$	ضرب حار ويتميز بعدم حدوث الصقيع.
$3 < m < 7$	ضرب معتدل ويتميز بحدوث صقيع بفترات نادرة.
$0 < m < 3$	ضرب متوسط البرودة ويتميز بحدوث صقيع بشكل متكرر.
$m < 0$	ضرب بارد ويتميز بفترات صقيع طويلة.

بعد دراسة المناخ المتوسطي في تركيا، اتضح أن المناطق الداخلية من تركيا، لا سيما هضاب الأناضول، تتميز بمتوسطات لدرجات الحرارة الصغرى، للشهر الأكثر برودة، منخفضة جداً مقارنة مع بقية مناطق أخرى لحوض المتوسط (عن Nahal, 1972)، وبناء على ذلك تم اقتراح التقسيم التالي استناداً إلى قيم m السالبة:

$$\begin{aligned} 0^\circ\text{C} < m < -3 & \text{ضرب بارد.} \\ -3^\circ\text{C} < m < -7 & \text{ضرب بارد جداً.} \\ m < -7^\circ\text{C} & \text{ضرب شديد البرودة جداً.} \end{aligned}$$

وباختصار تقسم المناخات الجافة المتوسطية إلى الضروب التالية:

حار	}	علوي	}	مناخ شبه جاف
معتدل		أوسط		مناخ جاف
متوسط البرودة		سفلي		مناخ شديد الجفاف
بارد				
بارد جداً				
شديد البرودة جداً				

هـ - التصنيف استناداً إلى طول الفترة الجافة خلال العام. يعتبر غوسن Gaussen أن الشهر الجاف هو الشهر الذي يكون فيه متوسط الأمطار P مقدراً بالمليمتر يساوي ضعف المتوسط الشهري لدرجات الحرارة مقدراً بالسنتيغراد، $2T$ ، أو يقل عنه، أي يُعتبر الشهر جافاً عندما يكون $P \leq 2T$ حيث يمثل $2T$ التبخر بشكل غير مباشر.

إن مجموع الأشهر الجافة تشكل الفترة الجافة السنوية، وهي تسمح بتمييز المناخات الجافة فيما بينها من حيث طول أو قصر هذه الفترة، ولهذا التصنيف أهمية بالغة في الزراعة الجافة والمروية وفي التشجير الحراجي والمثمر. إن ميزة هذه الطريقة هي في استخدام معطيات مناخية سهلة القياس وسهلة الحصول عليها.

إلا أن أفضل طريقة وأدقها لتعريف الفترة الجافة السنوية هي التالية:

«الفترة الجافة السنوية هي الفترة التي يكون فيها ضياع الماء عن طريق تبخر التربة والتبخر الكلي للنبت أعلى من الأمطار الهاطلة خلال هذه الفترة».

ولما كان قياس التبخر بشكل مباشر عملية صعبة ومن العسير تعميمه على المحطات كافة، فإنه من الممكن الإكتفاء بالمعطيات المناخية التي يجري قياسها بشكل عادي في محطات الرصد لحساب التبخر، كما فصل ثورنوايت Thornwaite عندما

عرف الفترة الجافة باستخدام مفهوم التبخر الكلي أي الماء العائد إلى الجو عن طريق تبخر التربة وبتح النباتات وتبخرها.

من المهم التمييز بين:

1 - التبخر الكلي «كامن» Etp : وهو كمية الماء الكلية المفقودة بحالة غازية لغطاء نباتي غزير، في نمو تام ويتغذى بالماء بشكل وافر جداً. وهو يمثل التبخر الكلي الأعظمي في مناخ معين، ويتعلق بالتأثيرات المتداخلة للميزان الإشعاعي والرياح ودرجة الحرارة ورطوبة الهواء. تحسب قيمة Etp بواسطة معادلات وضعت لهذه الغاية مثل معادلة بلاينة وكرايدل ومعادلة ثورك.

2 التبخر الكلي الحالي Eta أو الحقيقي Etr : وهو كمية الماء الكلية المفقودة بحالة غازية لغطاء نباتي في الظروف الطبيعية.

إن التبخر الكلي الحقيقي أو الحالي هو، بالتعريف، أقل من التبخر الكلي الكامن أو يساويه. يستخدم مفهوم الـ Etp في الزراعة المروية، بينما يستخدم مفهوم الـ Eta في دراسة النبت الطبيعي، إذ إنه من النادر أن تكون التربة مشبعة بالماء. لذا فإنه يمكن معرفة الفترة الجافة لحظة معينة عن طريق حساب القيمة الشهرية للتبخر الكلي الحقيقي أو الحالي، وكذلك قيمة الأمطار الشهرية المقابلة. والشهر الجاف هو الشهر الذي تكون فيه قيمة التبخر الكلي الحقيقي أكبر من الأمطار. وهكذا فإن مجموع الأشهر الجافة المحسوبة بهذه الطريقة يحدد طول الفترة الجافة السنوية في هذه المحطة.

إن دقة حساب طول الفترة الجافة مرتبطة بدقة حساب قيمة التبخر الكلي الحقيقي.

و - شدة جفاف الفترة الجافة. إن أفضل طريقة للتمييز بين المحطات المختلفة، من حيث شدة جفاف الفترة الجافة، تكمن في حساب نقص الماء خلال الفترة الجافة، أي $Eta - P$ (التبخر الكلي الحقيقي مطروحاً منه الأمطار خلال الفترة الجافة) ثم قسمة هذا النقص على الأمطار الهاطلة في الفترة الجافة، أو بتعبير آخر حساب

$$\frac{Eta - P}{P} \quad \text{النسبة}$$

كلما كانت قيمة هذه النسبة عالية، ازدادت شدة جفاف الفترة الجافة. بهذه الطريقة يمكن التمييز بين المناخات الجافة من حيث شدة جفاف الفترة الجافة السنوية. ولهذا أهمية تطبيقية عالية أيضاً في الزراعة البعلية والتشجير الحراجي والمثمر وفي إدارة المراعي والغابات الطبيعية.

4.4.6 - القدرة الإنتاجية للتربة وأهميتها في إدارة أحواض مساقط المياه

1 - نصريف القدرة الإنتاجية للتربة

إن القدرة الإنتاجية لتربة معينة هي مجموعة الميزات التي تجعلها ملائمة لاستخدام ما: إنتاج زراعي أو إنتاج نبت مستديم (مراع، غابات).

ترتبط القدرة الإنتاجية لتربة ما بطبيعتها وبوضعها الحالي، كما ترتبط بشكل وثيق أيضاً بالمناخ. إن أيّاً من هذه العوامل يستطيع لوحده، أو بالاشتراك مع عامل آخر أو أكثر، أن يخفض بشكل ملحوظ القدرة الإنتاجية للتربة. وهكذا فإن الانحدار الشديد لبعض الأراضي في منطقة ما يمكن أن يكون عاملاً مقررًا لاستخدام التربة في الزراعة، وبالتالي فإنه يعتبر عاملاً هاماً في تحديد فئة القدرة الإنتاجية للتربة. وفي حالات أخرى، يمكن أن يكون وجود قشرة كلسية قاسية في التربة عاملاً محدداً لاستعمالها، وكذلك الأمر بالنسبة لوجود أملاح الصوديوم في تربة غضارية قليلة النفوذية وغير منحدرة. إن تربة عالية الخصوبة على منحدر شديد، يمكن أن تخصص للنبت المستديم، للشجر الحراجي مثلاً، إذا كانت الأمطار كافية لنمو الشجر أو للرعي إذا كانت المنطقة قليلة الأمطار.

ب - تصنيف الأتربة في أحواض مساقط المياه تبعاً لقدراتها الإنتاجية

إن وضع خطة شاملة لإدارة واستغلال أي حوض مائي يتطلب إعداد خريطة لتصنيف الأتربة في الحوض تبعاً لقدراتها الإنتاجية، وذلك للاستغلال الأمثل للأتربة مع تأمين حمايتها من الانجراف ومن بقية العوامل المدمرة للخصوبة.

إن خرائط الأتربة العادية تحتوي على معلومات علمية عديدة ومكثفة عن الأتربة في منطقة معينة، مما يجعل من الصعوبة بمكان الاستفادة منها من قبل العاملين في مجال الزراعة والحراج والمراعي، لأنها تعتمد على الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية وعلى درجة تطور الأتربة التي يحتاجها دارس التربة ومصنفها.

إلا أن الاختصاصي في الزراعة أو الحراج أو المراعي، وكذلك الاختصاصي في إدارة أحواض مساقط المياه، يحتاج إلى معلومات عن التربة تسمح له باتخاذ القرارات اللازمة لاستخدامها في المجالات التي تتيحها قدراتها الإنتاجية. لذلك فإن الاتجاه الحالي في إدارة أحواض مساقط المياه وفي الاستغلال الاقتصادي للأتربة، هو تصنيف الأتربة تبعاً لقدراتها الإنتاجية، وإعداد خرائط تعتمد على القدرات الإنتاجية للأتربة المكونة للحوض.

إن تقويم الأتربة في هذه الحالة يركز على ميزات متنوعة وواسعة مقارنة مع خصائص الأتربة المعروفة، فهو يعتمد على انحدار الأرض، والمناخ، والانجراف، واحتمال حدوث الغمر بالإضافة إلى خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية.

إن تقويم الأتربة بهذه الطريقة ذو فائدة تطبيقية عالية، إذ إنه يعتمد على قدرة الأتربة على الإنتاج. وعلى هذا الأساس تصنف الأتربة، في منطقة ما، إلى عدة فئات تبعاً لقدراتها الإنتاجية، وهذا ما يسمح للمسؤولين عن إدارة أحواض مساقط المياه، بتخطيط استخدام الأتربة في كل حوض من الأحواض.

ومن الجدير ذكره أن ما يعتمد عليه في تحديد فئات القدرات الإنتاجية للأتربة هو وجود بعض الخصائص الدائمة التي من الصعب تغييرها. فمثلاً يمكن رفع محتوى تربة ما من البوتاسيوم إذا كانت فقيرة بهذا العنصر، إلا أنه من الصعب تغيير انحدار الأرض ووجوده تحت تربة قاسية وغير نقوذة، وكذلك طبيعة المعادن الغضارية وقوام التربة والقدرة على الاحتفاظ بالماء.

من الناحية التقنية، يمكن تبديل العديد من عيوب التربة، إلا أن هذا التغيير يجب أن يدرس من الناحية الاقتصادية قبل اتخاذ قرار الاستصلاح.

ج - فئات القدرات الإنتاجية للأتربة

ابتدأت الولايات المتحدة الأمريكية بالاهتمام بتصنيف الأتربة تبعاً لقدراتها الإنتاجية منذ ثلاثين عاماً تقريباً، وقد توصلت إدارة صيانة التربة إلى وضع تصنيف للأتربة حسب قدراتها الإنتاجية، تبعاً للانحدار والمناخ والانجراف واحتمال الغمر بالمياه، بالإضافة إلى خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية.

ثم تبعها دول أخرى بوضع أسس خاصة بها لتصنيف الأتربة حسب قدراتها الإنتاجية، إلا أن كل هذه الطرق تتطلب دراسة محلية واقعية لمعرفة مدى تكيفها مع الشروط البيئية لدول أخرى ترغب في تصنيف أتربتها.

إن النظام الأمريكي هو الأكثر شيوعاً، ويمكن تكييفه مع الشروط الخاصة في القطر السوري، وسنبينه فيما يلي:

تقسم الأتربة من حيث قدرتها الإنتاجية إلى أربع فئات رئيسية، وتقسم كل فئة إلى صفوف أو درجات، كما يقسم كل صف إلى عدة تحت صفوف.

الفئة الأولى: أتربة عالية الإنتاج ملائمة للزراعة. تقسم هذه الأتربة إلى ثلاثة صفوف:

- الصف الأول أ: أترية لا تحتاج إلى طرق خاصة لزراعتها.
- الصف الثاني أ: أترية تحتاج إلى طرق بسيطة لزراعتها.
- الصف الثالث أ: أترية تحتاج إلى طرق مكثفة لزراعتها.

الفئة الثانية: أترية ملائمة للزراعة في شروط محدّدة مع اتباع طرق زراعية مكثفة تحتوي على صف وحيد هو:
- الصف الرابع إ.ف.

الفئة الثالثة: أترية غير ملائمة للزراعة ولكنها ملائمة لنبت مستديم.

- الصف الخامس V: أترية لا تحتاج إلى أية طريقة خاصة عند استعمالها وتستغل دون قيود.
- الصف السادس VI: أترية يمكن استغلالها ولكن مع بعض القيود.
- الصف السابع VII: أترية لا يمكن استغلالها إلا بوضع قيود قاسية.

الفئة الرابعة: أترية غير ملائمة للزراعة وغير ملائمة أيضاً للرعي وللغابات.

وتحتوي هذه الفئة على صف واحد هو:
- الصف الثامن VIII.

- الفئة الأولى -

(الصف الأول والثاني والثالث)

أترية عالية الإنتاج ملائمة للزراعة

إن الأترية التابعة لهذه الفئة هي عالية الإنتاج من الناحية الزراعية، فهي عميقة نسبياً، وخالية من الحجارة أو تحتوي على قليل منها. إن الأترية الرطبة منها يمكن زراعتها بعد صرقها. في المناطق الجافة وشبه الجافة، يجب أن تحتوي هذه الأترية على مدخرات مائية أو أن تكون قابلة للرعي، إلا أنها يمكن أن تحتاج إلى شيء من التسميد المعدني أو العضوي لتعويض العناصر المستهلكة من قبل المحاصيل. كما أنها تتطلب اتباع طرق تسمح بالمحافظة على جودة بنية التربة واتباع دورات زراعية تسهم في المحافظة على خصوبة التربة، وتساعد على التخفيف من الإصابات الحشرية والأمراض.

إن العوامل التي تميز الأترية في هذه الفئة تتعلق بالعمليات والتدابير الضرورية لتأمين إنتاج زراعي لفترة طويلة مع المحافظة على خصوبة التربة. إن هذه العوامل

هي فيزيائية بالدرجة الأولى، مثل الاستجابة للانجراف والانحدار وقوام التربة (الذي ترتبط به النفوذية وصرف المياه). في المناطق المروية، يؤخذ بالحسبان عوامل أخرى إضافية كالملوحة مثلاً.

تحتوي هذه الفئة على ثلاثة صفوف تنحدر فيها القدرة الإنتاجية من الصف الأول إلى الصف الثالث.

١ - الصف الأول: تربة لا تحتاج إلى طرق خاصة لزراعتها وتعطي أعلى إنتاج زراعي.

تتميز هذه التربة بكونها:

- أفقية وغير معرضة للانحدار المائي إلا بحدود ضيقة جداً، مهما كانت طرق معالجتها. وبشكل عام فإن ميلها يكون أقل من واحد بالمئة.
- نفوذة وجيدة الصرف، سواء كان الصرف طبيعياً أم اصطناعياً.
- لا تتطلب أية قيود لاستعمالها في الزراعة المكثفة أو لاستغلالها مراعي مستديمة أو غابات. وهي لا تتطلب إلا طرقاً زراعية عادية للمحافظة على خصوبتها.
- تحتاج إلى تسميد معدني وعضوي عادي لتعويض العناصر الغذائية المستهلكة من قبل المحاصيل، وإلى اتباع طرق زراعية تحافظ على جودة بنية التربة مثل بقية صفوف الفئة الأولى.

٢ - الصف الثاني: تربة تحتاج إلى طرق بسيطة لزراعتها.

يمكن زراعة هذه التربة باتباع طرق بسيطة، وهي أقل خصوبة من تربة الصف الأول، وتتميز بما يلي:

- انحدارها خفيف وتحتوي على نسبة أعلى من الحجارة كما انها أقل نفوذية.
- يُحد استخدامها بعدة عوامل مثل: احتمال انجراف التربة، عمق غير كاف للتربة، ووجود بعض الملوحة الخفيفة أو المعتدلة، أو انخفاض في صرف المياه.

يمكن استخدام التربة التابعة لهذا الصف لزراعة محاصيل الصف الأول، ولكن بأسلوب زراعي أقل كثافة؛ وإذا تم اتباع الطرق الزراعية نفسها، فإنها تتطلب بعض التدابير البسيطة لصيانة التربة والمياه مثل: التدابير المتبعة لمكافحة الانجراف والمحافظة على المياه، أساليب بسيطة لصرف المياه والري ونزع الحجارة وإضافة الأسمدة.

في هذه التربة، يمكن اللجوء إلى الحراثة باتجاه خطوط التسوية والزراعة بشكل

شرائط متناوبة، وزراعة نباتات التغطية، واتباع دورة زراعية تحتوي على البقوليات والنبجليات، وأحياناً إلى نظام بسيط في إنشاء المصاطب. وفيما يلي بعض الأمثلة على ذلك:

تربة مستجيبة للانجراف انحدارها 2%، يمكن زراعتها باستخدام عمليات صيانة بسيطة، مثل الزراعة بشكل شرائط متناوبة، والحراثة باتجاه خطوط التسوية.

تربة انحدارها 5% يراد زراعتها بأشجار مثمرة مع الري في هذه الحال، يمكن إجراء حراثة باتجاه خطوط التسوية، وعمل أحواض موازية لخطوط التسوية، ثم زراعة الأشجار المثمرة في هذه الأحواض.

تربة غضارية أفقية يمكن زراعتها بالري مع توقع مردود جيد، وذلك بعمل مصارف بسيطة لتلافي تشكل مستوى ماء أرضي راكد يمكن أن يؤدي الجذور أو يساعد في تمليح التربة في المناطق الجافة.

تربة لصفية غنية بالسلت Silt، انحدارها 5%، يمكن زرعها بنجاح باتباع طريقة الزراعات بشكل شرائط متناوبة.

III - الصف الثالث: أتربة تحتاج إلى طرق مكثفة لزراعتها.

إن هذه الأتربة هي أقل خصوبة من أتربة الصف الثاني، وتحتوي على العيوب التي تحد من إمكانية انتخاب المحاصيل للزراعة. كما أنها تتطلب، إلى ذلك، عمليات خاصة لصيانة التربة.

إن العيوب التي تحد من استعمال هذه الأتربة هي التالية:

- الأرض منحدرية ومنجرفة بشكل أخاديد.
- الحجارة كثيرة وكبيرة الحجم.
- النفوذية ضعيفة جداً.
- العمق قليل.
- القدرة على الاحتفاظ بالماء ضعيفاً.
- الخصوبة منخفضة.
- الملوحة أو القلوية متوسطة.
- البنية غير ثابتة.

يمكن زراعة هذه الأتربة بمحاصيل مستديمة إذا اتبعت بشكل دقيق ومكثف أفضل الطرق الزراعية. إن الصرف يمكن أن يكون ضرورياً في بعض الحالات، ويمكن أن يتبع نظام الصرف تحت التربة أو نظام صرف آخر.

- الفئة الثانية -

(الصف الرابع IV)

اتربة ملائمة للزراعة ضمن شروط محددة مع اتباع طرق زراعية مكثفة

إن ميزات هذه الاتربة هي كالتالي:

- الانحدار شديد جداً.
- الانجراف منشط.
- الصرف صعب وكذلك الري.
- الخصوبة منخفضة.
- النفوذية شديدة جداً في بعض الاحيان.
- العمق غير كاف.
- القلوية أو الملوحة مرتفعة.

يمكن استخدام هذه الاتربة في الزراعة ولكن بقيود محددة، وخاصة في ما يتعلق بانتخاب المحاصيل. ومن الضروري اتباع بعض الطرق لحماية التربة من الانجراف وصيانة المياه بشكل دقيق. من هنا ضرورة انتقاء المحاصيل لزراعتها بشكل خطوط متقاربة، وتلافي أية محاصيل أخرى خشية انجراف التربة وضياح المياه. وجدير بالذكر أن انتقاء المحاصيل يرتبط بوجود رطوبة عالية في التربة أو بمحاولة تثبيتها ومنعها من الانجراف. يبقى أن أفضل طريقة لاستخدام هذه الاتربة هي تغطيتها بنبت مستديم، رعوي أو حراجي.

من وجهة نظر صيانة التربة، فإنه من الخطأ إزالة الغطاء الحراجي عن هذه الاتربة لتحويلها إلى مراعى، إلا عند الضرورة القصوى، إذ ذلك لا بد من اتخاذ الاحتياطات لمنع انجراف التربة.

مثال على هذه الاتربة: تربة غضارية انحدارها 15%.

إن الانحدار شديد جداً ولا يسمح باستغلال التربة لإنتاج محاصيل زراعية، بطريقة اقتصادية. في هذه الحال، يمكن زراعتها بأشجار حراجية أو نباتات بقولية ونجيلية مستديمة للرعي وإنتاج العلف، كما أنه من الضروري عدم حراستها إلا قبل البذر مباشرة.

وفي كل الأحوال، لا بد من اتباع بعض الطرق التقنية الملائمة لحماية التربة من الانجراف عن طريق إنشاء مصاطب، والفلاحة باتجاه خطوط التسوية.

- الفئة الثالثة -

(الصف الخامس والسادس والسابع)

أتربة غير ملائمة للزراعة ولكنها ملائمة لنبت مستديم

تقسم هذه الفئة إلى ثلاثة صفوف استناداً إلى القيود المفروضة عند استعمال الأتربة.

٧ - الصف الخامس: أتربة لا تحتاج إلى أية طريقة خاصة عند استعمالها كما أنها تستغل دون قيود.

يجب أن تكون هذه الأتربة أفقية تقريباً أو غير حساسة للانجراف المطري أو الريحي، لذلك فإن استعمالها يتحدد بعوامل غير خطر الانجراف. من هذه العوامل:

- تعرضها إلى فترات متكررة من الغمر.

- كونها محجرة أو صخرية.

- تشكل مستنقعات صغيرة فيها.

يتألف هذا الصف إذاً من أتربة شديدة الرطوبة أو محجرة جداً، بحيث تصعب زراعتها؛ إلا أنه يمكن استخدامها لإنتاج العشب أو الخشب. هذا وإن استخدامها لا يتطلب أية طريقة خاصة ويكتفى بالعمليات العادية المتبعة في إدارة المراعي والغابات.

٨ - الصف السادس: أتربة يمكن استغلالها ولكن مع بعض القيود.

إن هذه الأتربة غير قابلة للزراعة، كما أنها تتطلب بعض القيود لاستغلالها في إنتاج العشب للرعي أو في إنتاج الخشب أو لتربية الحيوانات البرية. تكون هذه الأتربة عادة على منحدرات متوسطة، وهي بذلك معرضة للانجراف المطري أو الريحي. لذلك من الضروري اتباع الطرق التي تحد من الانجراف. بالنسبة للمراعي يجب تحديد الحوملة في الهكتار للمحافظة على الأتربة، وكذلك القيام بتوزيع جيد لمواقع مياه الشرب للحيوانات وفتح خطوط باتجاه خطوط التسوية.

مثال ذلك: تربة قليلة العمق ومحجرة ميلها 20% وقد عانت من انجراف التربة؛ يمكن استغلال هذه التربة بالتشجير الحراجي عن طريق إنشاء مصاطب حراجية.

٩ - الصف السابع: أتربة لا يمكن استغلالها إلا بعد وضع قيود قاسية.

إن الأتربة التابعة لهذا الصف تقع عادة على منحدرات شديدة. كما أنها محجرة

منجرفة أو حساسة جداً للانجراف. إنها غير ملائمة للزراعة، كما أنه من الضروري أخذ الاحتياطات اللازمة عندما يراد استغلالها في الإنتاج الرعوي أو الحراجي.

إن المناطق التي لا تعاني من الجفاف، يمكن أن تستغل في إنتاج الخشب بدلاً من الإنتاج الرعوي، على أن تؤخذ جميع الاحتياطات لحمايتها من الانجراف وذلك عن طريق عدم اتباع طريقة القطع الكلي والوقاية من الحرائق، ونقل الحاصلات الحراجية باتجاه خطوط التسوية للحد من الانجراف.

يمكن استغلال المناطق التي تعاني من الجفاف للرعي، مع أخذ جميع الاحتياطات لتنظيم الرعي.

- الفئة الرابعة -

(الصف الثامن VIII)

أترية غير ملائمة للزراعة وغير ملائمة أيضاً للرعي والغابات

يحتوي هذا الصف على أترية صخرية صعبة المسالك وشديدة الانجراف. إنها غير قابلة للزراعة كما أنها لا تصلح للإنتاج الرعوي أو الحراجي على مستوى اقتصادي، إلا أنه يمكن الاستفادة منها عن طريق تخصيصها للحيوان البري وكمنزهات طبيعية.

فيما يلي بعض الأمثلة:

- الأراضي القاحلة التي لا يمكن أن يستفاد منها للرعي إلا بضعة أسابيع في العام.

- الأراضي الجبلية التي يمكن الاستفادة منها للإنتاج الرعوي، إلا أن الرعي يمكن أن يسبب انجرافاً للتربة أو انهيارات خطيرة.

- المنحدرات الشديدة الصخرية التي لا تحمل إلا بعض الشجيرات المتفرقة. - المستنقعات.

- الشواطئ الرملية.

- الضفاف الرملية للنهار.

طريقة تحديد تحت الصفوف

في كل صف من صفوف القدرات الإنتاجية السابقة الذكر، يمكن تمييز تحت صفوف، بالاستناد إلى طبيعة عيب التربة مثال ذلك:

- الميل للانجراف.

- الرطوبة العالية في التربة، وسوء الصرف أو احتمال الغمر.
 - قلة عمق التربة الذي يمكن شغله بواسطة الجذور.
 - القيود المناخية من حيث الجفاف أو البرودة... إلخ.
- ويرمز لكل عيب بحرف يضاف إلى صف التربة في حال الدراسات الحقلية وإعداد الخرائط. فمثلاً نكتب IIIe أو IIIs ويقصد بذلك أن التربة تنتمي إلى الصف الثالث وهي مائلة للانجراف، أو أن التربة تنتمي إلى الصف الثالث وهي قليلة العمق.
- يلخص المخطط التالي استخدام الأراضي بأمانة، تبعاً لصفوف القدرات الإنتاجية.

جدول 16-
مخطط استخدام الأراضي تبعاً لصفوف القدرات الإنتاجية
التكثيف المتزايد لاستخدام الأراضي



صف القدرة الإنتاجية	حياة برية	حراج	رعسي			زراعية			
			محدود	معتدل	كثيف	محدودة	معتدلة	كثيفة	شديدة الكثافة
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									

مع انخفاض حرية التقلد واستخدام الأرض
تزداد عيوب الأراضي والقيود في استخدامها

(عن Nyle C, Brady)

ملاحظة: المربعات المظلة تدل على استخدام الأرض بالنسبة لكل صف من صفوف القدرات الإنتاجية.

5.4.6 - مراقبة وصيانة المجاري المائية في أحواض مساقط المياه

1 - تثبيت الأخاديد

١ - تعريف الأخدود وطرق تشكله وأضراره.

يعرف الأخدود gully بأنه مجرى حفرته المياه وبكبر حجمه لدرجة أن مرور آلات الحراثة لا يمكن أن يمحوه. عند بداية الانجراف يتشكل خط رفيع ثم يتوسع ويتعمق هذا الخط مع اشتداد الانجراف حتى يتحول إلى أخدود واضح المعالم، وهو يتعمق باستمرار مع اشتداد الانجراف لدرجة أنه يمكن أن يصبح ممراً خطراً لمياه السيول.

تتشكل الأخاديد بسهولة في الأراضي المنحدرة الخالية من التبت، حيث تتم أعمال الحراثة بشكل سيء لا سيما الحراثة باتجاه خطوط الانحدار. تسبب الأخاديد أضراراً شديدة عن طريق إفقار التربة وسد الخزانات وأقنية تصريف المياه وتجفيف الحقول المجاورة والتعدي على طرق المواصلات وتخريب الجسور والمجاري المائية بالحفر المستمر لجوانب الأخاديد وقعرها.

ب - وسائل ثلاثي تشكل الأخاديد. إن الوسيلة الأساسية التي تساعد على ثلاثي تشكل الأخاديد هي وضع مخطط لاستغلال الأراضي يسمح بحماية التربة من الانجراف والحفاظة على خصوبتها عن طريق:

- انتقاء طرق حراثة الأرض تبعاً للانحدار.
- انتقاء دورة زراعية ملائمة.
- زراعة محاصيل التغطية.
- اتباع الزراعة الشرايطية وإنشاء المصاطب حسب درجات الانحدار.
- تغطية التربة ببقايا المحاصيل.
- تغطية الأراضي الشديدة الانحدار بالأشجار الحراجية لحمايتها من الانجراف.

ج - طرق تثبيت الأخاديد. يتعلق انتخاب طرق تثبيت الأخاديد بعدة عوامل هي:

- عمق واتساع الأخدود.
- انحدار الأرض.
- طبيعة التربة.
- موضع الأخدود.
- مشاكل اقتصادية ومالية.

يجب انتقاء الطريقة الاقتصادية التي تؤمن في الوقت نفسه أفضل وقاية لكل حالة من حالات تثبيت الأخاديد. وفي جميع الأحوال، يجب دراسة كلفة العمليات التي يتطلبها إلغاء أخدود ما وطبيعة الوقاية التي يجب تأمينها من حيث إمكانيات استخدام الأرض أولاً، ومن حيث الوقاية التي يمكن أن تؤمنها هذه الأساليب للأراضي المجاورة ثانياً.

مثال ذلك: إن ردم الأخدود بشكل تام هي عملية باهظة الثمن، إلا أنه يمكن اللجوء إليها أحياناً، إذا كانت الحاجة تقضي بمرور الآليات وإنشاء المصاطب المدرجة.

إلا أنه في غالب الأحيان يُصار إلى تثبيت الأخاديد وليس إلى ردمها عن طريق استخدام النباتات غالباً أو بالوسائل الاصطناعية أحياناً (سدود، حواجز، مزالق).

وتعرض فيما يلي، الأساليب المتبعة في تثبيت الأخاديد حسب الحالات المختلفة، علماً بأنه من العبث اللجوء إلى تثبيت الأخاديد إذا لم يتبع نظام إداري جيد للاستغلال الرشدي للأراضي التي تطل على هذه الأخاديد، وذلك عن طريق الحراثة تبعاً لخطط التسوية أو إنشاء المصاطب للحد من جريان المياه وانجراف التربة وبناء المصارف لإبعاد المياه عن الأخاديد.

1 - التثبيت بواسطة النبت الطبيعي. عندما تبعد المياه التي تسبب الانجراف عن الأخاديد، يعود النبت الطبيعي بالتدرج ويستعمر التربة ضمن الأخاديد وذلك مهما كانت أبعادها، لا سيما إذا تمت حمايتها من الرعي ومن الحرائق.

هذا ويمكن المساعدة في عودة النبت الطبيعي واستقراره على المنحدرات الشديدة ضمن الأخاديد بتسوية المنحدرات الشديدة بالبولدوز وتغطيتها بأغصان جافة.

2 - التثبيت بواسطة زراعة النباتات الخشبية والعشبية. عندما تكون النباتات الطبيعية في المنطقة غير قادرة أن تقوم بمنع الانجراف، وعندما توجد رغبة في زراعة أنواع نباتية محددة لفائدتها في تثبيت التربة أو لفائدتها الاقتصادية، يمكن اللجوء إلى زراعة أنواع خشبية أو عشبية لتثبيت الأخاديد.

زراعة الأعشاب. إن اللجوء إلى الأعشاب فعال جداً للحد من الانجراف في الأخاديد وتثبيتها إذا كانت الظروف البيئية، لا سيما ظروف التربة والمناخ، ملائمة لهذا الغرض. إن تربة مغطاة بمرج تتحمل المياه الجارية بسرعة كبيرة أكثر من تربة مشجرة. إن النجيل *Cynodon dactylon* يعطي نتائج جيدة لهذا الغرض. فهو نبات

نجحي محتمل للظروف البيئية القاسية ويثبت التربة بشكل جيد، ويمكن استعماله للرعي.

إذا كنا نرغب في الحصول على غطاء نباتي بشكل قوري، يمكن اللجوء إلى قطع من المروج تنقل إلى الأخاديد وتوضع بعضها بجانب بعض بحيث تغطي المساحة كلها أو جزءاً منها بشكل شرائط عمودية في اتجاه سيل المياه، وذلك بعد تسوية المنحدرات المائلة. إن هذه العملية مكلفة ومن الصعب اللجوء إليها باستمرار، إلا أنه يفضل اللجوء إليها في النقاط الحساسة، لا سيما في المنطقة التي يبدأ فيها الأخدود في التكوّن، أو على طول مجاري الأنهار أو في قاع الأخدود حيث يخشى الانجراف. وبشكل عام يمكن القول إن اللجوء إلى قطع المروج يتم في المناطق المعرضة لانجراف شديد حيث يكون من الصعب أو المستحيل خلق غطاء نباتي عن طريق بذر العشب.

يمكن تحسين تغطية المنحدرات المائلة بنبت عشبي عن طريق البذر بالرش cloud seeding ويتم البذر بواسطة مرشات خاصة ترش البذور مختلطة مع مادة لاصقة من مشتقات البترول ومواد مخصبة. وقد استعملت هذه الطريقة حديثاً في عديد من البلاد لتثبيت المنحدرات على جوانب الطرقات العامة أو السكك الحديدية وأعطت نتائج جيدة تماماً. هذا ويمكن تسهيل استقرار النباتات العشبية على المنحدرات الشديدة الانحدار عن طريق إنشاء أخاديد صغيرة باتجاه خطوط التسوية.

زراعة النباتات الخشبية. يمكن اللجوء إلى زراعة النباتات الخشبية الموجودة طبيعياً في المنطقة لوحدها أو مع أشجار أجنبية متكيفة مع البيئة. إن وجود الأشجار يسهل عودة النبت الطبيعي الذي يعتبر العمل النهائي الفعال في تثبيت الأخدود، ويساعد في تطوره باتجاه الأوج.

عندما تكون الأخاديد صغيرة أو متوسطة، يمكن تثبيتها بزراعة نباتات خشبية بشكل خطوط عمودية على خط جريان المياه، وبحيث تكون المسافة بين الفرس والأخرى من 10 إلى 15 سم، وبحماية هذه النباتات بصفوف من الأوتاد الخشبية بطول 30 سم توضع خلف الفراس كي تستفيد هذه من التربة المحجوزة بواسطة الأوتاد.

إن هذه الأوتاد الخشبية تساعد في احتجاز التربة حولها عن طريق التخفيف من الانجراف المائي، وهي بالتالي تساعد على عودة واستقرار النبت الطبيعي. وحتى يكون وجود هذه النباتات الخشبية فعالاً، يجب أن تكون الخطوط متقاربة بعضها من

بعض، كما يفضل عدم اللجوء إليها إلا في المنحدرات القليلة الميل، وإلا كان من الضروري تخفيف الميل بإنشاء مصاطب صغيرة، تتم فيها الزراعة.

من النباتات التي يمكن استعمالها تبعاً للظروف البيئية:

- في المناطق الرطبة وشبه الرطبة:

أكاسيا سيانوفيللا *Acacia cyanophylla* الأيلنطس *Ailanthus glandulosa*
الطرفاء *Tamarix pentandra* الروينيتا *Robinia pseudoacacia*.

- في المناطق شبه الجافة:

زيتون بوهيميا *Elaeagnus angustifolia* الأيلنطس *Ailanthus glandulosa* السماق
Rhus coriaria الطرفاء المفصليّة *Tamarix articulata* السدر *Zizyphus spina-christi*.

- في المناطق الجافة:

الرتم، *Retama Reatam* السماق والطرفاء المفصليّة والسدر.

3 - التثبيت بواسطة المنشآت الاصطناعية: إن الهدف من إقامة هذه المنشآت الاصطناعية هو تخفيف ميل مجرى المياه لتسهيل نمو النباتات وانتشارها بحيث تشكل وسيلة دائمة للحماية في نقاط من الصعب حمايتها بوسائل أخرى.

يجري اللجوء إلى الإنشاءات الاصطناعية بشكل عام، في الأخاديد التي ستلقى فقط مياه الجريان الصادرة عن المنحدرات المجاورة وحسب. كما أنه يفضل، كلما كان ذلك ممكناً، زيادة فعالية هذه المنشآت عن طريق تسهيل استقرار ونمو النبات الطبيعي.

تقسم هذه المنشآت إلى قسمين رئيسيين: المنشآت المؤقتة والمنشآت الدائمة..

المنشآت المؤقتة

تستعمل هذه المنشآت عندما يكون حجم الماء الذي سيجري في الأخدود لا يتجاوز حجم الماء الذي يسمح بنمو نباتات جيدة التثبيت في التربة. في هذه الظروف يمكن اللجوء إلى إقامة سدود مؤقتة حتى يتم استقرار النبات الطبيعي أو الاصطناعي.

في هذه الحالة تنشأ السدود باستعمال الأغصان أو الأوتاد الخشبية أو المعدنية والأحجار. وقد دلت التجارب أن استعمال عدة سدود بارتفاع منخفض أفضل من استعمال سد عال له ارتفاع مكافئ للسدود المنخفضة.

يجب أن لا يتجاوز ارتفاع السد المؤقت 45 سم في المكان الذي تنصب منه المياه.

كما يجب أن تنفذ قاعدة السد عميقاً في قاع الأخدود وفي جوانبه لتلافي فقدان من الأسفل ومن الجوانب.

يوجد نوعان رئيسيان من السدود المؤقتة: سدود من الأغصان وسدود من الحجارة.

إن أفضل حجارة لإقامة السدود هي الحجارة المسطحة. في حال عدم توفرها، يمكن اللجوء إلى حجارة مستديرة على أن توضع داخل شبكة حديدية.

المنشآت الدائمة

وهي منشآت تستخدم عندما يكون حجم الماء الجاري كبيراً لدرجة لا يمكن من الناحية العملية تنظيمه بواسطة التثبيت. في هذه الحالة يتم إنشاء سدود أو مزالق waterfall ترابية أو اسمنتية مسلحة أو معدنية من قِبل اختصاصيين. هذا ومن الضروري حماية الخزانات من الانجرافات والطمى عن طريق حماية الحوض المائي المطل عليها من الانجراف المائل باتباع أفضل السبل في استخدام الأرض.

2 - حماية حواف المجاري المائية

إن انجراف حواف مجاري المياه يمكن أن يحدث حتى بعد الثبات الظاهري لسرير النهر، كما أن كافة الأعمال التي تتم في القسم العلوي للمجرى يمكن أن تكون لها انعكاسات على القسم السفلي منه.

من الضروري جداً الاهتمام بحماية حواف مجاري المياه، ففي كل تدفق استثنائي للمجرى، تأخذ المياه جزءاً من تربة الحواف، مما يؤدي إلى خسارة الأتربة بالنسبة للمزارع، ويسبب تأثيرات سيئة على الطرقات المجاورة للمجاري المائية.

يمكن حماية حواف مجاري المياه بزرعة أشجار بالإضافة إلى مكاسر مؤقتة حجرية توضع في أماكن محددة كما سيوضح فيما بعد. كما يمكن زيادة فعالية هذه الحماية بإنشاء غطاء من المرج على طول مجرى النهر داخل المنطقة المشجرة، ومن الضروري تحديد الرعي داخل هذه المنطقة لمنع تدهور التربة.

1 - زراعة الأشجار. إن لزراعة الأشجار على طول مجرى النهر بالقرب من الحواف فعالية أكيدة في حماية هذه الحواف من الانجراف. ومن الضروري أن تتم زراعتها في الوقت الذي تقام فيه المكاسر.

يستفاد من الأشجار التالية السريعة النمو حول مجاري المياه في شرقي المتوسط:

الحرور الأسود الحموي *Populus nigra f. hamoui*، الحرور الأبيض الرومي *Populus alba f. roumi*، الداب الشرقي *Platanus orientalis*، الطرفاء بأنواعها *Tamarix sp.*، الصفصاف بأنواعه *Salix sp.*

ب - إنشاء المكاسر. تنشأ المكاسر تبعاً لقواعد دقيقة. فالمكسر الأول يتم إنشاؤه عند المنعطف، في المكان الذي تصطمم عنده المياه (انظر الشكل)، بحيث يشكل وجهه الأمامي مع العمود النازل على الصافة زاوية مقدارها 45° وحيث الرأس A متجه نحو الداخل. إن الخط الوهمي XA الموازي لاتجاه جريان المياه، يقطع حرف النهر عند النقطة B، وهي منتصف المسافة بين المكسر الأول والمكسر الثاني. وبهذه الطريقة يتم تعيين مكان المكسر الثاني.

يتم تعيين المكسر الثالث عند نقطة تقاطع الخط الوهمي 'AA' مع حرف النهر. وبشكل عام فإنه يتم إنشاء مكسر ثانوي قبل المكسر الأول لحماية هذا الأخير. يفضل صناعة المكاسر من حجارة موضوعة ضمن شبكة معدنية وبارتفاع يراوح بين 1.5 و2.5م لقلة تكاليفها ومتانتها ومرونتها.

ولكي تقوم هذه المكاسر بدورها يجب أن لا يزيد طولها عن $\frac{1}{4}$ أو $\frac{1}{3}$ عرض سرير النهر.

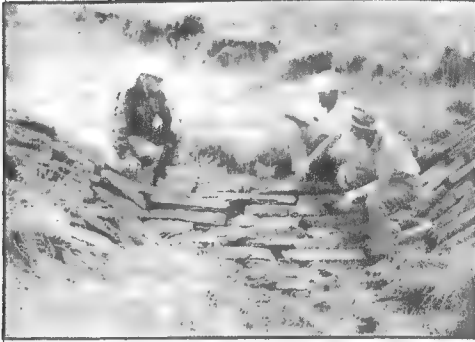
3 - مكافحة السيول

السيول مجار مائية غير منتظمة الجريان، تتدفق منها المياه بصورة مؤقتة وفجائية، وهي تظهر بعد الأمطار الشديدة وتجف بعد زوالها. انحدارها شديد وتمر ضمن مناطق سهلة الحفر وتحمل معها مواد متنوعة وتسبب أضراراً شديدة للقرى والمزارع والطرق الخ... ويتألف السيل من: حوض الاستقبال أو التجمع وقناة الجريان ومخروط التفريغ.

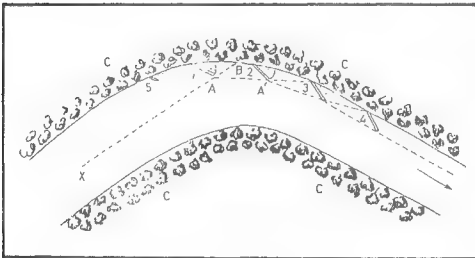
تتم مكافحة السيول على مستويين:

1 - يجب قبل كل شيء المحافظة على الثبت الحراجي الطبيعي في مناطق حوض مساقط المياه وقناة الجريان بهدف التخفيف من الجريان السطحي لمياه الأمطار. كما يجب إعادة تشجير المناطق التي فقدت غطاءها الحراجي لسبب أو لآخر. مع الأخذ بالحسبان الشروط البيئية الملائمة للتشجير، بحيث يتم انتخاب أشجار أو شجيرات تبعاً للظروف البيئية السائدة.

ب - إن الثبت الحراجي يمكن أن يساهم في الحد من أضرار السيول، غير أنه لا يكفي وحده بل من الضروري إنشاء مجموعة من السدود العرضانية في قناة



تبين الصورة سداً حجرياً لتثبيت أخدود صغير



مكاسر لحماية حواف المجاري المائية

C: شريط مشجر

5: مكسر ثانوي

1, 2, 3, 4 = مكاسر رئيسية

الجريان وحتى في حوض الاستقبال، لكسر سرعة المياه، وبالتالي للحد من قدرتها على الحث.

إن بناء السدود على مجرى السيل، دون حماية أراضي حوض الاستقبال من الانجراف، لا يشكل حلاً فعالاً لمكافحة السيول والتخفيف من الفيضانات ومن أضرارها. من الضروري الاهتمام بوضع نظام لاستغلال هذه الأراضي بحيث يكفل حمايتها من الانجراف. فقد لوحظ في العديد من البلدان أن بناء السدود على مجاري السيول، مع إبقاء الرعي الجائر على المنحدرات، قد أدى إلى زيادة الفيضانات وزيادة حدة السيول.

مع الزمن، تمتليء الخزانات خلف السدود بالمواد المترسبة ويفزوها النبت الطبيعي، بحيث يمكن أن ينطفئ السيل أو تخف حدته إلى حد أدنى.

6.4.6 - الاعتبارات البيئية في إدارة واستغلال أحواض المساقط المائية

1 - مقدمة:

إن المشاريع ضبط الأنهار تأثيرات إيجابية أكيدة بالنسبة لحياة الإنسان الاقتصادية والاجتماعية. إلا أن التاريخ القديم والحديث أثبت أن ثمة تأثيرات بيئية سلبية ترافق هذه المشاريع. من الضروري إذاً معرفة هذه التأثيرات وأخذها بعين الاعتبار للعمل على تلافيها أو الحد من أثارها الضارة، وبخاصة على الإنسان الذي هو جزء لا يتجزأ من البيئة.

وفي الواقع أن بعض مشاريع ضبط الأنهار الناجحة في العالم قد أظهرت أنه بالإمكان تخفيف الآثار السلبية على البيئة إلى حد ما الأدنى، إذا أخذت الاحتياطات اللازمة أثناء دراسة المشروع وأثناء تنفيذه وبعد الابتداء باستثماره.

تؤثر مشاريع ضبط الأنهار في:

- النظم البيئية المحلية.
- خصائص وإنتاجية الأراضي المروية.
- الإطماء خلف السدود.
- التبخّر من سطوح الخزانات المائية الواسعة.
- الأعشاب المائية.
- الثروة السمكية.
- الصحة العامة.
- الحياة الاجتماعية.

سوف نبحث فيما يلي في تأثير مشاريع ضبط الأنهار والمجاري المائية في الإطماء خلف السدود، والدور الذي تلعبه الغابات وأنواع النباتات المختلفة في الحد منه.

2 - التأثير في الإطماء:

إن الإطماء silting يسبب مشاكل خاصة في مشاريع ضبط الأنهار. فالترسب الشديد في الأقنية هو مشكلة عادية في مشاريع الري، تؤدي إلى التخفيف من فعالية شبكة الري وإلى زيادة تكاليف الصيانة. كما أن الإطماء المتسارع للخزانات أو البحيرات الاصطناعية يقلل من فعالية توليد الطاقة الكهربائية ومكافحة الفيضانات وري المزروعات، ويؤدي إلى خسارة كبيرة من غير المكافؤ حسابها في مشاريع ضبط الأنهار.

إن الطمي يسبب مشاكل صعبة في خزانات السدود وبخاصة في السدود الصغيرة. إن مشكلة الطمي داخل الخزانات لا تُعطى عادة استحقاقها من الدراسة قبل إنشاء السدود، مما يفسر المفاجآت غير السارة للحكومات والمزارعين.

ومن الأمثلة على ذلك أنه عندما بُدئ بإنشاء سد أنشيكايا في كولومبيا عام 1947، اعتقد المهندسون المستشارون بأن الأنهار المدارية لا تحمل إلا كميات قليلة من المواد القابلة للترسب، ولذلك لا يوجد خطر مبكر من الإطماء، ولم كانت دهشة المسؤولين كبيرة عندما لاحظوا أن سعة الخزان قد انخفضت إلى ربعها تقريباً نتيجة الطمي المترسب خلف السد وذلك بعد 21 شهراً فقط من الانتهاء من بناء السد.

لقد بيّنت الدراسات والملاحظات في عدد كبير من الخزانات، أن الحسابات التي تجري قبل بناء السدود لا تتحقق تماماً، إذ لوحظ أن قطع الغابات والاستغلال السيء للأراضي الزراعية يسبب تنشيط الانجرافات التي تحملها الأنهار باتجاه الخزانات، مما يؤدي إلى تسريع عملية الإطماء.

وبشكل عام ترتبط شدة الانجرافات، وبالتالي شدة الإطماء في خزانات السدود، بثلاثة عوامل هي:

- طبيعة المناخ السائد في الأحواض المائية.
- طبيعة الأراضي المكونة للأحواض المائية وانحدارها.
- طبيعة الغطاء النباتي وطرق استغلال الأراضي زراعياً في الأحواض المائية.

طبيعة المناخ السائد في الأحواض المائية. للمناخ تأثير واضح من الانجرافات الناتجة من الأحواض المائية وبالتالي في عملية الإطماء، ففي البلاد التي تتميز بمناخ متوسطي، تهطل الأمطار في الفصول الباردة نسبياً وتتركز على أيام محدودة من

السنة، كما تسقط بشكل زخات قوية. إن هذا النمط في توزيع الأمطار وهطولها، يحرّض في الأراضي العارية والمنحدرة انجراف التربة وتشكل السيول الفجائية. بالإضافة إلى ذلك، يسبب نوبان الثلوج المتراكمة في أعالي الجبال، عند بداية الربيع، انجرافاً شديداً للتربة وسيولاً على المنحدرات، وبخاصة إذا كان الذوبان فجائياً نتيجة لارتفاع استثنائي في درجة الحرارة، كما يزيد من الترسب خلف السدود المقامة على مجاري الأنهار.

طبيعة الأراضي المكونة للأحواض المائية. إن لطبيعة الأراضي المكونة للأحواض المائية أهمية بالغة في طبيعة جريان المياه وشدة الانجرافات ونوعيتها. إن الأراضي الغضارية والمارنية الطرية تكون سهلة الجرف إذا كانت عارية من غطاء نباتي يحميها من التأثير الجارف للمياه. وكثيراً ما تنطلق كتل طينية كبيرة على مستوى مائل تحت تأثير المياه النافذة إلى داخل الكتلة، وتسبب أحياناً أضراراً كبيرة كالازدياد الفجائي في حجم المواد التي يحملها النهر. إن مثل هذه الانزلاقات يمكن أن تؤدي في بعض الحالات إلى تصدع السدود وانهارها، وخاصة إذا كانت ترافقها زخات مطرية قوية. أما الأراضي الصخرية القاسية والمتشققة، مثل الصخور الكلسية الجوراسية، فإنها تمتص مياه الأمطار التي تنفذ داخل شقوقها ولا تسبب سيولاً سطحية.

طبيعة الغطاء النباتي وطرق استغلال الأراضي في الأحواض المائية. للغطاء النباتي أهمية بالغة في جريان المياه على سفوح الأحواض المائية وفي طبيعة وكمية المواد التي تحملها الأنهار. فالأحواض المائية المغطاة بغابات كثيفة يخف فيها الجريان السطحي لمياه الأمطار، مما يخفف إلى حد كبير من انجراف التربة ومن حدوث السيول. وهذا يرجع إلى الوجود المستمر للغطاء الحراجي وإلى البنية الطبقة للغابة التي تساعد على امتصاص صدمة الزخات المطرية (التي تسيل بهدوء على فروع وجذوع الأشجار بعد اصطدامها بالأشجار) مما يساعد على نفوذها داخل التربة.

إن الغابات القليلة الكثافة والمتدهورة تخف حمايتها للتربة تبعاً لدرجة تدهورها وقلة كثافتها.

أما الأغنية النباتية الأخرى، مثل الأشجار المثمرة والمحاصيل الزراعية، فإنها تؤمن للتربة حماية من الانجراف أقل بكثير من الغطاء الحراجي، وبشكل خاص على المنحدرات، إلا إذا كانت مزروعة على خطوط التسوية أو على مدرجات.

إن سوء استغلال الإنسان للغطاء النباتي والأراضي الزراعية في الأحواض المائية يؤدي إلى زيادة كبيرة في انجراف التربة، وبالتالي إلى زيادة في المواد التي تحملها

الأنهار والتي تعتبر من أهم مشاكل التلوث في عصرنا الحالي.

لقد أجريت في الولايات المتحدة الأمريكية من 1959 إلى 1961 دراسات على 16 حوضاً مائياً في ولاية المسيسيبي لمعرفة تأثير طرق استغلال الأراضي في انجراف التربة. تمت هذه الدراسات في مناطق منحدرية مغطاة بالغابات بحيث أن مجرد قطع الغابات يرفع فجأة نسبة جريان المياه وانجراف التربة. وقد أوضحت النتائج أن المناطق المغطاة بالغابات لا تفقد إلا كمية بسيطة من التربة - أقل من طن واحد/هكتار/سنة - وأن الانجراف الناتج في أراضي المراعي الطبيعية هو أعلى من ذلك إلا أنه يبقى غير خطير - أربعة أطنان/هكتار/سنة - أما الأراضي المزروعة بالذرة الصفراء فيخسر بعضها 54 طناً/هكتار/سنة من التربة، وبعضها الآخر 106 أطنان/هكتار/سنة من التربة في حالة الزراعة على المنحدرات دون أخذ الاحتياطات للحد من الانجراف. أما في الأراضي التي استعملت فيها الوسائل الملائمة للحد من الانجراف، والحراثة باتجاه خطوط التسوية أو على مدارج، فلم يتجاوز الانجراف ثمانية أطنان/هكتار/سنة. أما في المزارع المتروكة حيث توجد أخاديد نتيجة الانجراف الشديد، فقد وصلت كمية التربة المنجرفة إلى 450 طناً/هكتار/سنة.

يتضح مما سبق أن كمية المواد المنجرفة من الأحواض المائية المغذية للأنهار تختلف من منطقة إلى أخرى تبعاً لطبيعة المناخ وطبيعة التربة وشدة الانحدار وطبيعة كثافة الغطاء النباتي ونوع المحاصيل وطرق زراعتها، إلا أن العلاقة الأساسية هي التالية:

عندما تقطع الغابات في الأراضي المنحدرة لتحويلها إلى أراض زراعية، أو في حال القطع الجائر للأشجار أو الرعي الجائر داخل الغابات، فإن كمية التربة المنجرفة والتي تحملها الأنهار تزداد بشدة، وبالتالي يزداد الإطماء خلف السدود.

إن ما تقدم يبين أنه يتوجب على المخططين لمشاريع ضبط الأنهار إجراء الدراسات اللازمة المتعلقة بالخصائص البيئية للأحواض المائية المغذية للأنهار، وهذا يتطلب تعاوناً وثيقاً بين اخصائيي المياه والزراعيين والحراجيين والمهندسين والبيئيين.

إن إهمال الدراسات المنهوية عنها سابقاً قبل الابتداء بتنفيذ هذه المشاريع، يؤدي إلى عواقب وخيمة، كما أن سوء إدارة الغابات والمراعي الطبيعية وسوء استغلال الأراضي الزراعية في الأحواض المائية يؤدي إلى اشتداد الانجراف وتسارع الإطماء خلف السدود بشكل كبير جداً. كما يجب الانتباه إلى تلوث المياه نتيجة تسميد الأراضي ومكافحة الآفات الزراعية والفضلات المنزلية والصناعية في منطقة الحوض.

إن الدراسة البيئية للأحواض المائية المغذية للأنهار تتطلب إجراء دراسات عن:

- 1 - المناخ، من حيث كمية وتوزيع الأمطار الشهرية والفصلية، وتغيرات الأمطار تبعاً للسنين، وعدد وقوة الزخات المطرية، والتغيرات الشهرية والفصلية لدرجات الحرارة العظمى والصغرى، والتبخر من السطوح المائية الواسعة، والتبخر والنتح.
- ب - الخصائص الفيزيائية والكيميائية للصخور وكذلك ستراتيفيرافيتها وتطبيقاتها وطرق تشققها.
- ج - الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للأتربة مع إجراء تصنيف لها تبعاً لإمكاناتها الإنتاجية واستجابتها للانجراف.
- د - الغطاء النباتي من حيث طبيعته وكثافته وتركيبه وبنيته وطريقة حمايته للتربة والمياه.

- الأراضي الميالة للانجراف التي تتطلب معاملة خاصة لحمايتها عن طريق تشجيرها بالأشجار أو الشجيرات الحراجية تبعاً لخصائص المناخ في منطقة الأحواض المائية. تخصص الشجيرات الجفافية القليلة الاستهلاك للماء، لتشجير الأحواض في المناطق الجافة.

- الغابات التي يتوجب معالجتها لأهداف وقائية، لكونها تغطي مناطق ميالة جداً للانجراف والانهيار السريع. إن مثل هذه الغابات لا يخضع للاستثمار الحراجي العادي، وإنما يوضع لها نظام خاص للمعالجة والاستثمار يسمح بالمحافظة على استمرار تغطيتها للتربة.

- طرق تحضير الأراضي الزراعية تبعاً لخصائص التربة وشدة الانحدار مثل:

- 1 - إجراء حراثة الأراضي باتجاه خطوط التسوية عندما يراوح انحدار الأرض بين 2 و4%.
- ب - الزراعة بطريقة الشرائط الموازية لخطوط التسوية عندما لا يزيد الانحدار من 10 إلى 20% تبعاً لتفؤدية التربة.
- ج - إقامة المدرجات عندما يزيد الانحدار عن هذا الحد الأخير.
- تحديد عدد وأماكن وطبيعة السدود الترابية التي يجب إنشاؤها على المجاري الثانوية داخل الأحواض المائية للتخفيف من السيول.
- انتقاء الأصناف الحراجية والمثمرة والمحاصيل الزراعية تبعاً لخصائص المناخ والتربة في الأحواض المائية.

الفصل السابع

7- ملخص عن الوسائل التي يمكن اتّباعها
لمكافحة التصحرّ

1-7 - ملخص عن الوسائل التي يمكن اتباعها لمكافحة التصحر

يجب أن تهدف هذه الوسائل إلى حماية التربة من الانجراف والمحافظة على خصوبتها، وكذلك إلى منع هدر مياه الأمطار والمياه الجوفية والمحافظة على الغابات والمراعي الطبيعية.

أ - في منطقة الزراعة المطرية (البعلية) يمكن إنشاء المدرجات لزراعة الأشجار المثمرة في الأراضي المتوسطة الانحدار - حراثة الأراضي على خطوط التسوية (الحراثة الكنتورية) في المنحدرات الخفيفة بغية زراعتها بالمحاصيل الحقلية - اتباع دورة زراعية مناسبة عن طريق إدخال البقوليات.

ب - في منطقة الزراعة المروية ، من الضروري اتباع الوسائل في الري والصرف واختاب دورة زراعية ملائمة واستعمال مياه غير مالحة.

ج - في منطقة المراعي الطبيعية، يمكن إنشاء محميات طبيعية، وتحسين المراعي عن طريق بذرها اصطناعياً بأنواع علفية جيدة أو تشجيرها بشجيرات علفية، وزيادة توفير المياه بإنشاء السدود على مجاري الأودية، وحفر الآبار وتوزيعها بشكل مناسب، وتثبيت الكتبان الرملية المتحركة، وإنشاء منتزهات وطنية لحماية الحياة البرية النباتية والحيوانية، وإنشاء جمعيات تعاونية رعوية، وإنشاء جمعيات لتسمين الأغنام الخ....

د - في المناطق الحرجية يجب منع القطع والرعي الجائرين وتحسين استثمار الغابات بالاعتماد على إمكانياتها.

هـ - للمحافظة على التربة والمياه بشكل عام يجب تحريج الأراضي الشديدة الانحدار العارية وزراعة الأشجار المثمرة على الأراضي المتوسطة الانحدار عن طريق

إنشاء الدرجات، وحراثة التربة باتجاه خطوط التسوية لزراعة المحاصيل على الانحدارات الخفيفة، ووضع خطة إدارية متكاملة لاستغلال مساقط المياه، واستعمال الري بالتنقيط أو بالرش للتخفيف من استهلاك الماء، وتجميع مياه الأمطار على المنحدرات البسيطة، وحقن التربة بمادة إسفلتية قليلة النفوذية للماء في الأراضي الرملية للتخفيف من ضياع المياه الخ...

و - إن المنطقة العربية تحتاج إلى تهيئة اختصاصيين في كافة مجالات تنمية المناطق الجافة للإشراف على حسن إدارتها واستغلالها. لذا من الضروري افتتاح شُعب تخصص في الكليات الزراعية المهيأة لذلك في مجالات استصلاح وإدارة الأراضي المالحة وفي إدارة واستغلال المناطق الجافة.

ز - تحتاج المنطقة العربية إلى مزيد من الأبحاث العلمية التطبيقية المتعلقة باستعمال الأراضي لتنفيذ البرامج لمكافحة التصحر، وكذلك لاختيار تكيف الأفكار الحديثة والتكنولوجيات العصرية مع الاحتياجات القطرية. هذا ومن المفيد جداً تنشيط التعاون على المستويين الإقليمي والدولي بما يتعلق بالدراسات والتطبيقات الخاصة باستغلال الموارد الطبيعية ومكافحة التصحر.

ح - إنشاء هيئات حكومية تقوم بالإشراف على الموارد الطبيعية وتنظيم استغلالها وخاصة بما يتعلق بالمياه والمراعي والغابات والأراضي الزراعية. وكذلك استصدار تشريعات تكفل حسن استغلال الموارد الطبيعية.

ط - إنشاء خرائط للنبت الطبيعي تعتمد على العلاقة بين النبت الطبيعي والتربة والمناخ، لاعتمادها في وضع سياسة رغوية مناسبة في كل بلد.

ي - الاهتمام بوضع سياسة لاستعمال الأراضي Land use في جميع الدول، تسمح باستغلال الأراضي على أحسن وجه.

ك - الاهتمام بالدراسات الاجتماعية والنفسية للمجتمعات في المناطق الجافة رغبة في تكيف الطرق المستعملة في إدارة هذه المناطق مع الأسس الثقافية لهذه المجتمعات.

الفصل الثامن

8- نماذج عن مكافحة التصحر في العالم العربي

1.8 - الوسائل المتبعة في مكافحة التصحر في الجماهيرية العربية الليبية الاشتراكية الشعبية

2.8 - الوسائل المتبعة في مكافحة التصحر في المملكة الأردنية الهاشمية

3.8 - الوسائل المتبعة في مكافحة التصحر في بادية الجمهورية العربية السورية

4.8 - الوسائل المتبعة في مكافحة التصحر في دولة الإمارات العربية المتحدة

5.8 - توصيات لتطوير مكافحة التصحر في العالم العربي

نظراً لعدم إمكانية عرض الوسائل المتبعة في مكافحة التصحر في كل الدول العربية، قمنا بانتقاء أربع منها، تتميز بظروف بيئية مختلفة، كنماذج عن العالم العربي، ولخصنا لكل منها الوسائل المتبعة فيها لمكافحة التصحر. ونوجز ذلك فيما يلي:

1.8 - الوسائل المتبعة في مكافحة التصحر في الجماهيرية العربية الليبية الاشتراكية

1.1.8 - طرق صيانة التربة

تُتبع في الجماهيرية العربية الليبية الاشتراكية الشعبية طرق متنوعة لصيانة التربة، تأخذ في الحسبان العوامل البيئية المحلية من جهة وأهداف التنمية من جهة أخرى.

أ - تثبيت الكثبان الرملية: وهي طريقة مستعملة منذ زمن طويل لمقاومة زحف الكثبان الرملية. تهدف خطة التنمية إلى تثبيت كل الكثبان الرملية الموجودة ضمن مناطق التنمية الزراعية المتكاملة، كما في منطقة سهل الجفارة ومنطقة الصلول الخضراء... الخ.

ب - إنشاء مصدات الرياح والأحزمة الواقية: ويتم إنشاؤها في كل الشوارع قيد التنفيذ لحماية المحاصيل الزراعية وصيانة التربة.

ج - حماية المنحدرات الشديدة بالتشجير الحراجي: يجري حماية المنحدرات الشديدة العارية وذات الأتربة السطحية من الانجراف بالتشجير الحراجي على

خطوط التسوية (الكونتور) كما في مشروع العريان ومشروع الغابات ومشروع وادي درنة... الخ.

- د - التشجير الحراجي للأراضي البور: وهو يلاحظ في أماكن متعددة من البلاد.
- هـ - إنشاء المصاطب المدرجة لمقاومة انجراف التربة وحفظ مياه الأمطار في الأراضي الزراعية المنحدرة: لزراعة الأراضي المنحدرة (كما في منطقتي سهل الجفارة والجيل الأخضر)، يجري إنشاء مدرجات لحماية التربة من الانجراف والاحتفاظ بأكبر قدر من مياه الأمطار على هذه المدرجات بغية زراعتها بأشجار الفاكهة ومحاصيل الحبوب بالاعتماد على مياه الأمطار فقط (مشروع ترهونة - القصبات، مشروع الغريان، مشروع مرتفعات غريان - جادو).
- و - اتباع دورة زراعية خاصة للمحافظة على خصوبة التربة وخاصة في مناطق التوسع في زراعة الحبوب.

ز - حماية وتحسين المراعي الطبيعية: تعير الدولة المراعي الطبيعية اهتماماً كبيراً، وقد وضعت خطة تهدف إلى حمايتها وتحسينها، كما في مشاريع المراعي بئر الغنم وغريان ونالوت في سهل الجفارة ومشروع سهل بنغازي، ومشروع المراعي والغابات ووادي الباب وغوط سلطان في الجبل الأخضر. وذلك عن طريق بذرها اصطناعياً بأنواع جيدة - إدخال شجيرات علفية - وحفر آبار وإنشاء نقاط مياه، وإنشاء مزارع رعوية تُملَك للمزارعين، ودراسة قدرة الحمولة للمراعي... الخ.

ح - حفظ مساقط المياه: هناك اهتمام بحفظ مساقط المياه لحفظ التربة وحفظ المياه ودرء الانجراف، كما في مشروع بئر عياد ومشروع وادي القطارة بمناطقه العليا لحماية مدينة بنغازي من الفيضانات الموسمية، والاستفادة كذلك من المياه المحجوزة لأغراض الزراعة والاستعمال البشري والحيواني، والمساهمة في تغذية المياه الجوفية والآبار المحيطة.

2.1.8 - طرق المحافظة على المياه

أ - إدارة واستغلال مياه الأمطار الجارية، بغية التخفيف من ضباب مياه الأمطار والاستفادة منها في المشاريع الزراعية وتغذية المياه الجوفية والعيون وسقاية الحيوانات ودرء السيول؛ فقد وضعت خطة تهدف إلى نشر السدود المتنوعة (اسمنتية، حجرية، ترابية) والخزانات، كما في العديد من المشاريع في سهل الجفارة والجبل الأخضر ومنطقة الصلول الأخضر. وقد تم إنشاء عدد كبير منها.

ب - تخفيف التبخر من التربة عن طريق رش التربة بمشتقات النفط: يرش النفط الساخن على سطح الكتبان الرملية لتثبيتها وبشكل طبقة سطحية مؤقتة تقلل من تبخر الماء في القسم السطحي من الرمل فتستفيد منه الغراس المزروعة لتشجير هذه الكتبان.

ج - التخفيف من ضياع الماء عن طريق الترشيع في الأراضي الرملية الزراعية: أجرى مركز البحوث الزراعية تجربة في تاجوراء لتكوين حاجز غير منفذ للماء تحت التربة مكون من مواد إسفلتية تساعد على حجز المياه الراشحة بوضعها تحت تصرف المزروعات. وقد نجحت هذه التجربة وأعطت محصولاً زراعياً فائق المحصول الذي أعطته الأرض نفسها من دون حاجز؛ وقد شملت التجربة محصول القمح وبعض أنواع الخضروات.

د - التخفيف من تبخر وتعرق النباتات عن طريق إنشاء كاسرات رياح. هـ - الزراعة في بيئة مراقبة تم التحكم فيها (الخيام): أجريت تجارب تحت إشراف مركز البحوث الزراعية حول زراعة بعض محاصيل الخضار (ال خيار، الفاصوليا، الطماطم، الفلفل) داخل خيام بلاستيكية وزجاجية في تاجوراء، وذلك لإطالة موسم الخضروات وإنتاجها في الأوقات التي يتعذر الحصول عليها بالطرق التقليدية. ونظراً للإنتاجية العالية لهذا النوع من الزراعة، ولأن استهلاك الماء داخل الخيام هو أقل مما هو عليه بالطرق التقليدية، فإن هذه الطريقة تلاقي إقبالاً كبيراً وبدأت تتفجر بين المزارعين وفي مشاريع القطاع العام.

و- الري بالرّش: أصبح كثير الاستعمال في أماكن متعددة في الجماهيرية.

ز - الري بالتنقيط: توفيراً لاستعمال الماء في ري بساتين الفاكهة، يستعمل هذا النوع من الري في مشروع الكفرة الاستيطاني ومشروع وادي الهيرة وبئر ترافاس في سهل الجفارة، ومشروع وادي إتلال في منطقة الصلول الخضراء.

ح - الري الدائري من مياه عميقة: في قلب الصحراء الليبية حيث يسود الجفاف التام وتندر الأمطار، أثبتت الدراسات وجود طبقة مائية عميقة جداً في حوضي الكفرة والسريـر. وقد طُبّق هنا نظام خاص للري للاستفادة من المياه الباطنية العميقة يعرف تحت اسم الري الدائري. إنه نوع من الري بالرّش بواسطة ذراع طويل متصل بمضخة يدور بانتظام ويروي مساحة تصل إلى 100 هكتار. ويجري تطبيق هذا النظام في مناطق أخرى. وتبلغ المساحة الكلية المروية بهذه الطريقة أكثر من عشرين ألف هكتار.

3.1.8 - وسائل زيادة وفرة وتوفير الماء

1 - الزراعة عن طريق تجميع مياه الأمطار: في العديد من مشاريع مقاومة انجراف وحفظ المياه في المناطق القليلة الأمطار كما في غريان، ساقية الفرس وقضامة، تجمع الأمطار الصادرة عن أجزاء من السفوح وتوجه إلى صهاريج حيث تجمع للاستفادة منها عند الحاجة. وفي العديد من المناطق الجبلية، يقوم السكان منذ القديم بتجميع الأمطار من السفوح المجاورة في صهاريج فردية أو جماعية.

ب - الزراعة عن طريق مياه الأمطار الجارية:

- تستعمل هذه الطريقة في أماكن عديدة من المناطق الجبلية في الجماهيرية، كما في جبل نفوسة حيث تزرع شجرة الزيتون بنجاح تام منذ القديم على سفوح شديدة الانحدار، وذلك بتوجيه مياه الأمطار الجارية على المنحدرات باتجاه الأشجار.

- في المشاريع الحديثة، كما في مشروع بئر عياد، تُجمع مياه الأمطار من سفوح منحدرية وتُوزع بواسطة أنابيب تحت أرضية لري المزروعات في منطقة تحصل على 100-130 ملمترًا من الأمطار السنوية.

ج - حفر الآبار: في كل المشاريع قيد التنفيذ توجد خطة لتوفير المياه اللازمة للري والاستعمال الإنسان عن طريق حفر آبار في المناطق التي تثبت الدراسات الهيدرولوجية وجود مياه جوفية ملائمة. هذا وتوجد قوانين تنظم حفر الآبار بغية المحافظة على مستوى المياه الجوفية وحسن استغلالها.

د - تنقية مياه المجاري لإعادة استعمالها في الزراعة: كما في مشروع الهضبة الخضراء (طرابلس) القوارشة، الزاوية. إن مساحة الأراضي تحت الري بهذه الطريقة هي 700 هكتار حالياً، والخطة تهدف إلى التوسع في المساحة المروية كي تصل تقريباً إلى 2000 هكتار تقريباً.

هـ - تحلية مياه البحر للشرب: كما في طبرق وإجدابيا وسرت وزليطن وزدارة.

4.1.8 - خطة التنمية الزراعية المتكاملة في الجماهيرية ومكافحة التصحر

إن الدعائم الأساسية التي ترتكز عليها خطة التنمية الزراعية المتكاملة في الجماهيرية العربية الليبية الشعبية الاشتراكية هي صيانة خصوبة التربة والمحافظة على المياه والغابات والمراعي الطبيعية، أو بتعبير آخر استغلال الثروات الطبيعية من تربة ومياه ونبت مع استمرار المحافظة على ديمومتها، وهذه هي دعائم مكافحة التصحر ومقاومة «زحف الصحارى».

وجدنا سابقاً أن «الماء» هو العامل الحرج بالنسبة للتنمية الزراعية ولحياة الإنسان في الجماهيرية، لذلك فإن خطة الدولة في التنمية الزراعية ومكافحة التصحر اعتمدت على إجراء مسح للمصادر المائية في البلاد وعلى إجراء دراسات مفصلة للمناخ والتربة، وكذلك للنبات الطبيعي من مراعي وغابات، وكيفية الاستفادة منها على أحسن وجه مع المحافظة عليها للأجيال المقبلة.

إن الأهداف التالية التي وضعها مجلس التنمية الزراعية عندما تأسس عام 1972 (مجلس استصلاح وتعمير الأراضي حالياً) تعكس بوضوح حرص الدولة على المحافظة على الثروات الطبيعية السابقة الذكر وبالتالي مكافحة التصحر. يمكن تلخيص هذه الأهداف بما يلي:

أ - حماية الموارد الطبيعية، من مياه وتربة ومراع واستغلال المياه المتاحة والتربة الصالحة للزراعة أفضل استغلال.

ب - تطوير المراعي والتوسع في زراعة الغابات لحماية البيئة وتثبيت الرمال وإنتاج الخشب.

ج - استصلاح أراض جديدة وإقامة مزارع استيطانية وإنتاجية.

د - زيادة الإنتاج الزراعي، النباتي منه والحيواني، وصولاً إلى مرحلة الاكتفاء الذاتي وتوفير المواد الخام اللازمة لمرحلة التصنيع الزراعي والتصدير.

هـ - خلق تجمعات سكانية جديدة، ذات مرافق خدمات مستكملة، في الداخل وفي المناطق النائية، تشجيعاً للمزارعين على الاستقرار في مزارعهم والتفرغ للعمل الزراعي.

و - توزيع المزارع الجديدة على المزارعين وتدريبهم وإرشادهم وتوجيههم للأخذ بأساليب الزراعة الحديثة بما يحقق زيادة الإنتاج، ويضمن دخلاً مناسباً لهم.

ز - تنمية الإنسان نفسه وانفتاحه على حياة العصر والنهوض بمستوى المرأة الاجتماعي والثقافي.

تحقيقاً لهذه الخطة من الناحية العملية، جرى اختيار خمس مناطق يمتاز كل منها بخصائص بيئية وبموارد طبيعية وبشرية خاصة، وأجريت عليها دراسات مفصلة تتعلق بالمناخ ومصادر المياه السطحية والجوفية وخصائص الأراضي وطبوغرافيتها والوضع الحالي للنبت الطبيعي، وكذلك الإمكانيات البشرية المتوفرة في كل من هذه المناطق. ونتيجة لهذه الدراسات، وضعت خطة تنمية متكاملة خاصة بكل منطقة.

إن المناطق الخمس الداخلة في خطة التنمية المتكاملة وفقاً للخطة العشرية هي التالية مع المساحة المحددة تنميتها:

المساحة المحددة تنميتها (هكتار)	المنطقة
415845	سهل الجفارة
283300	الجبل الأخضر
15000	فرّان
47000	الكفرة والسرير
333992	الصلول الخضراء

إن التنمية المتكاملة لهذه المناطق تختلف من الواحدة إلى الأخرى تبعاً لخصائصها البيئية ومواردها الطبيعية وإمكانياتها البشرية. إن طرق الاستصلاح

والاستغلال متنوعة جداً حسب المناطق: تثبيت وتشجير كثبان رملية، وإنشاء كاسرات رياح، وتحسين مراعي طبيعية، وإنشاء مدرجات لمقاومة انجراف التربة وحفظ المياه، وإنشاء سدود، وحفر آبار، وري بالتنقيط أوري دائري... إلخ.

لإعطاء فكرة عن التجربة الليبية في استغلال الموارد الطبيعية ومكافحة التصحر سوف نورد مثلين: الأول هو تثبيت الكثبان الرملية وتشجيرها، وقد خطت الجماهيرية شوطاً كبيراً في هذا المضمار وتوصلت إلى طريقة في تثبيت وتشجير الكثبان الرملية المتحركة أثبتت نجاحها. والثاني هو خطة التنمية لسهل الجفارة لإعطاء فكرة واضحة عن القواعد الأساسية التي تركز عليها هذه الخطة والوسائل المستعملة في تطبيقها حفظاً للموارد الطبيعية وحسن استغلالها.

5.1.8 - دراسة بعض الحالات لاستغلال الموارد الطبيعية ومكافحة التصحر

1 - الحالة الأولى: تثبيت وتشجير الكثبان الرملية

أ - مقدمة:

تكثر الكثبان الرملية في الجماهيرية العربية الليبية الشعبية الاشتراكية وتصادف على حد سواء في المناطق القريبة من الساحل وفي المناطق الصحراوية القارية النائية. إن الكثبان الرملية القريبة من الساحل تقع ضمن المنطقة الزراعية الأهلة بالسكان وتتل كمية من الأمطار السنوية تراوح بين 180 و300 ملم، كما تقدر مساحتها بحوالي 250 ألف هكتار يمتد معظمها من الحدود الليبية - التونسية غرباً ومنطقة مصراتة وسطاً وإلى اجدابيا شرقاً، مع وجود بعض الكثبان شرقي مدينة درنة، وتمتد إلى حوالي خمسين كيلومتراً جنوب الساحل.

تشكل الكثبان الساحلية خطراً مستمراً على المدن والقرى وطرق المواصلات والأراضي الزراعية، لذلك فإن المزارعين الأوائل تنبهوا إلى أخطار الرياح على حياتهم وقاموا باتباع وسائل عديدة لدفع هذا الخطر عنهم مثل: عمل الحواجز الترابية حول المزارع، وغرس نباتات الشوكي فوقها، واستخدام حواجز متحركة من مواد نباتية جافة مثل القصب لحماية بساتين الخضروات، واستخدام حواجز ثابتة مؤلفة من أعواد من النباتات الجافة مثل جريد النخيل بعد تثبيتها على أسلاك أفقية، واستخدام الحواجز الحية بزرع نباتات عشبية أو خشبية وأهمها الضروع والقصبية، ووضع نباتات جافة على سطح الرمل مباشرة. إلا أن هذه الأعمال، وبالرغم من أهميتها، كانت فردية ومحصورة في حدود المزارع فقط، إذ كانت تبقى مساحات كبيرة بين المزارع غير مثبتة تهدد بالزحف المستمر. لذا كان لا بد من

وضع خطة شاملة لتثبيت الكثبان الرملية في منطقة الساحل. وقد بُدئ بتنفيذ هذه الخطة تحت إشراف إدارة الغابات والمراعي في أمانة الزراعة والإصلاح الزراعي، وقد تمّ تثبيت حوالي مائة ألف هكتار لغاية 1976/9/30 يضاف إليها حوالي 13 ألف هكتار قام بتثبيتها مجلس استصلاح وتعمير الأراضي في مشاريعه المختلفة.

ب - أنواع الكثبان الرملية الجاري تثبيتها في المناطق الساحلية:

يوجد في المنطقة نوعان من الكثبان الرملية المتحركة:

- **كثبان رملية شاطئية**، ذات منشأ بحري، وتعتمد على طول الساحل بمحاذاة البحر. وتتكوّن من رمال خشنة، ولونها أبيض رمادي وتحتوي على بقايا أمشاط بحرية وعلى كربونات وكلوريدات وكبريتات. إنها فقيرة جداً بالطين وبالمواد الغذائية وتجف بسرعة، كما أنها لا تحمل إلا القليل من النباتات الطبيعية.

- **كثبان رملية قاريّة** أو داخلية، تقع في السهول الداخلية، وهي ذات مصدر قاري، إنها تغطي مساحات كبيرة ضمن المنطقة الزراعية وتكون عادة أقل ارتفاعاً من الكثبان البحرية. تتكوّن هذه الكثبان من الكوارتز بشكل رئيسي، بالإضافة إلى معادن أخرى مثل الفلسبارات والكربونات والطين، ويراوح لونها بين الأحمر والبني وهي غير متماسكة. تحتفظ بالرطوبة لمدة أطول من الكثبان الرملية البحرية وتوفر بذلك ظروفاً أفضل لنمو النباتات. ومن النباتات الطبيعية التي تعيش على الكثبان الرملية نجد السبط *Aristida pungens* والرم *Retama raetam* والديس *Imperata cylindrica*، ويستعمل للسبط والديس مواد نباتية جافة في عمليات التثبيت.

ج - الطرق المتبعة حالياً في الجماهيرية لتثبيت الكثبان الرملية

يتم تثبيت الكثبان الرملية على مرحلتين:

- المرحلة الأولى، ويتم خلالها التثبيت الميكانيكي لسطح الكثبان الرملية.
- المرحلة الثانية، ويتم خلالها التثبيت البيولوجي عن طريق غرس أشجار وشجيرات مقاومة للظروف البيئية.

وقد ثبت أنه مهما تعددت وتنوّعت محاولات تأسيس غطاء عشبي أو شجري، فإن هذه المحاولات لا تنجح إلا إذا سبقها تثبيت ميكانيكي للرمال.

1 - التثبيت الميكانيكي: تستعمل الآن طريقتان رئيسيتان في التثبيت الميكانيكي للرمال المتحركة وهما:

- أ - طريقة الحواجز النباتية الجافة.
- ب - طريقة التثبيت بواسطة مشتقات زيت النفط.

1 - طريقة الحواجز النباتية الجافة: تُستخدم النباتات الجافة المتوفرة محلياً لإنشاء حواجز تُطمر في الرمل بحوالي 15 سم وترتفع فوقه بحوالي 35 سم. تنشأ هذه الحواجز بحيث تشكل قطعاً محمية تراوح مساحتها بين خمسة أمتار مربعة عندما تكون المنحدرات شديدة والرمل خشنة، وستة عشر متراً عندما يكون الانحدار بسيطاً والرمل ناعمة. تُبنى الحواجز بحيث تكون منفذة لتسمح بمرور الهواء وحبيبات الرمل الناعمة وتمنع من تشكل أكوام من الرمل خلفها.

من أهم المواد النباتية الجافة هي الديس *Imperata cylindrica* والسبب *Aristida pungens* والرتم *Retama raetam* وجريدة النخيل.

يستعمل الديس غالباً في تثبيت الكثبان الرملية الداخلية القارية التي لا تحتاج رمالها إلى حماية طويلة، إذ إنه لا يدوم طويلاً. أما السبب، فإنه يدوم أكثر من الأول ويستعمل لتثبيت الكثبان البحرية التي تحتاج إلى حماية أطول، إلا أنه أكثر كلفة. الرتم هو أقل استعمالاً في عملية التثبيت لقلة الكمية المتوفرة وغلاء سعره ووجود مواد أخرى أفضل. تستعمل جرائد النخيل في المناطق التي يتوفر فيها النخيل.

إن هذه الطريقة ناجحة تماماً في التثبيت الميكانيكي، إلا أن اتساع مشاريع التثبيت في البلاد وبخاصة في الآونة الأخيرة جعل المواد النباتية غير كافية لتلبية الحاجة. كما أنه يخشى من تعرية مناطق رملية مثبته نتيجة الاستثمار الزائد للمواد النباتية. لذا كان لا بد من البحث عن أسلوب آخر في التثبيت الميكانيكي يحل محل الأسلوب السابق الذكر.

ب - التثبيت بواسطة مشتقات زيت النفط: تستعمل الآن في الجماهيرية، وعلى نطاق واسع، طريقة التثبيت الميكانيكي للرمال المتحركة بمشتقات زيت النفط. ولقد بُدئ بتجربة هذه الطريقة عامي 1961 و1962 ومن ثم تالت التجارب لمعرفة أفضل السبل لتطبيقها. وقد توصل الاختصاصيون نتيجة لهذه التجارب إلى استنباط طريقة تطبق الآن على نطاق واسع وتعطي نتائج موثوقة. سنحاول شرحها فيما يلي لفعاليتها في تثبيت الكثبان الرملية وإمكانية استعمالها في بلاد أخرى تعاني من المشاكل نفسها ويتمتع بظروف بيئية مشابهة.

تستعمل مشتقات النفط الساخن (45 درجة مئوية) عاملاً مؤقتاً لتثبيت الرمال لغاية نمو الأشجار والشجيرات المغروسة عن طريق رشها تحت ضغط معين (100 إلى 130 رطلاً في الرشة السريعة) فيتوزع بشكل رذاذ على سطح الرمال مشكلاً طبقة رقيقة سوداء منفذة نسبياً تلتصق تماماً بالطبقة السطحية للرمال وتمنع انتقال حبات الرمال تحت تأثير الرياح. يجري في هذه الطريقة تغطية سطح الرمال بشكل تام تقريباً، ولذلك تكون حماية الرمال من الانجراف بالرياح كاملة تقريباً، على عكس

ما يحدث في حالة التثبيت بواسطة المواد الجافة حيث تبقى الرمال داخل البقع وخاصة على السفوح المنحدرة عرضة للانجراف الريحي. لم يلاحظ في هذه الطريقة أية تعرية لجذور الأشجار كما أن بقاء زيت النفط يدوم فترة أطول من بقاء المواد النباتية الجافة. هذا وقد لوحظ أن الطبقة النفطية تساعد في حفظ الرطوبة في الطبقة السطحية من الرمال والتي تستفيد منها الغراس المزروعة في النماذج الميكرو. من الجدير ذكره أن طريقة التثبيت بواسطة مشتقات زيت النفط ناجحة فقط في الكثبان الرملية القارية وغير فعالة في الكثبان الرملية الساحلية. يجري رش الرمل بمشتقات النفط بصورة ميكانيكية بواسطة وحدات رش. وتتكون كل وحدة رش من جرار مجهزة بجر خزاناً يحتوي على النفط سعة 13 متراً مكعباً ومحمولاً على زحافات لسهولة تنقله على الرمل. يحمل الخزان أنبوبين يمتدان إلى حوالي عشرة أمتار في كل اتجاه، ومنهما تنفرع أنابيب صغيرة وعددها خمسة تنتهي بفتحات الرش. تتم عملية الضغط بواسطة مضخة ملحقه بمحرك مثبت في أحد الجوانب.

هذا وبالرغم من نجاح هذه الطريقة، فإن التجارب ستتابع بغية تحسينها أكثر فأكثر.

ملاحظة: يجري تجربة تثبيت الكثبان الرملية عن طريق رش الرمال بمواد كيميائية بواسطة الطائرات أو باستخدام اللين المطاطي، إلا أن هذه الأساليب لا تزال قيد التجربة وتحتاج إلى مزيد من الوقت للتأكد من نجاحها أولاً ومن كونها اقتصادية ثانياً.

2 - التثبيت البيولوجي: يتم هذا التثبيت عن طريق زراعة غراس من بعض الأنواع الشجرية المقاومة لظروف الكثبان الرملية بحيث تخفف من حدة الرياح وتشجع نمو النباتات البرية التي تغزو بشكل طبيعي الرمال وتساهم في تثبيتها.

إن أهم الأنواع المستعملة في الجماهيرية في تشجير الرمال المثبتة ميكانيكياً هي الآتية:

النوع	الكثبان القارية	الكثبان البحرية
<i>Acacia cyanophylla</i>	+	+
<i>Acacia cyclops</i>	+	+
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	+	-
<i>Eucalyptus gomphocephala</i>	+	-
<i>Tamarix articulata</i>	+	+

إن الاتجاه الحالي هو استعمال الأكاسيا والأكاليتوس معاً في التشجير للاستفادة من مزاياهما في الموقع نفسه بنسبة 40% للأكاسيا و60% للأكاليتوس تقريباً.

يغطي الأكاسيا الرمال بسرعة بفضل شكله المظلي وأغصانه المدلاة وجذوره التي تمتد سطحياً وبالعُمق، ويساهم بذلك بشكل فعال في التخفيف من حدة الرياح. هذا بالإضافة إلى خواصه التحسينية لخصوبة التربة باعتباره من البقوليات، وتوفيره الظل اللازم لنمو النباتات البرية التي تبدأ بغزو الموقع. أما الأكاليتوس فإنه ينمو بالارتفاع فوق الأكاسيا مشكلاً طباقاً علوياً يساهم أيضاً في التخفيف من حدة الرياح.

على هذا النحو يتشكل مَشَجَر من طابقين من الأشجار: طابق سفلي من الأكاسيا له وظيفة تحسينية للتربة ووقائية من الرياح، وطابق علوي من الأكاليتوس له قيمة وقائية ويمكن أن يكون له قيمة إنتاجية للأخشاب.

إن وجود مشجر بطابقين، الأول تحسيني والثاني إنتاجي، هو أكثر فعالية في وقاية الرمال من الرياح، كما أنه يخلق نوعاً من التوازن البيولوجي في الموقع.

استعملت بذور نبات الخروع *Ricinus communis* عن طريق البذر المباشر باليد وأعطت نتائج جيدة. ونظراً لسرعة نمو هذا النبات، فإنه يستطيع أن يوفر الحماية السريعة لسطح الرمال في وقت قصير. إلا أن هذه الطريقة لم تتم بعد وتحتاج إلى مزيد من الدراسة. أما البذر بواسطة الطائرات بالنسبة لبذور الخروع فلم ينجح.

بعد أن يتم التثبيت الميكانيكي للرمال، سواء بواسطة الحواجز النباتية الجافة أو مشتقات النفط، يشرع مباشرة في زراعة الغراس (الشتلات) بعد هطول الأمطار بمعدل لا يقل عن 40 مم ليصبح الرمل رطباً على عمق 40 سم تقريباً (عادة بين شهري نوفمبر وديسمبر). تفرس الشتلات وعمرها يتراوح بين ستة أشهر وعشرة ويكون ارتفاعها بين 60 و80 سم. تغطس أوعية الشتلات في براميل مملوءة بالماء قبل غرسها مباشرة، ثم تفرس على عمق كاف بحيث يترك حوالي نصف ارتفاع الساق فوق سطح الرمل، وتكون المسافة بين الغرسة والأخرى 4 × 4 م وسطياً بالنسبة للأكاسيا و4 × 4 م بالنسبة للأكاليتوس.

د - تطور الكتبان الرملية بعد أن يتم تثبيتها بتشجيرها: بعد أن يتم التثبيت الميكانيكي للرمال وتزرع الأشجار، يلاحظ بعد مدة من الزمن (خمس سنوات في المتوسط)، أن بعض النباتات البرية البفة الرمال يبدأ بتغطية أرض المشجر (كما في مشاجر خلة المسعودي) مثل: *Nolletia chyschemoides*, *Malchomia saeryp-tiaca*, *Cutandia diohotoma...* etc

وذلك بالإضافة إلى نباتات أخرى كانت موجودة بشكل مبعثر وقليل قبل التثبيت مثل: *Aristida pungens*, *Retama reatam*, *Genista saharae*.

كما يلاحظ تشكل طبقة من البقايا النباتية (أوراق، ثمار) تحت أشجار الأكاسيا في المشاجر المختلطة، وظهور بعض التجدد الطبيعي نتيجة نمو بذور الأكاسيا في المناطق المظلة. كما يلاحظ ازدياد كثافة الغطاء النباتي الأرضي مع تقدم المشجر في العمر، وذلك في حالة المشاجر غير الكثيفة، كما تزداد كمية البقايا النباتية وترتفع نسبة المادة العضوية قليلاً في الأفق السطحي.

ومن الجدير ذكره هنا أنه لا يلاحظ أي غطاء نباتي أرضي في مشاجر الأوكالبتوس المعمرة (25 سنة) والكثيفة، كما لا يلاحظ تحليل جيد للبقايا النباتية التي تتراكم فوق سطح التربة مشكلة طبقة سميكة.

هـ - إدارة واستغلال المشاجر على الرمال المغبية: إن المشاجر على الرمال المثبتة هي بالدرجة الأولى مشاجر وقائية، إلا أنه يمكن الاستفادة منها جزئياً في إنتاج الخشب على أن تؤخذ جميع الاحتياطات لعدم تعريض التربة للانجراف والحفاظ على الغطاء النباتي الأرضي. لهذا الغرض، يترك دوماً شريط وقائي من هذه المشاجر يفضل أن يكون عمودياً في اتجاه الرياح. بعد الاستثمار تربي المخلفات النامية على أرومة الأكاسيا والأوكالبتوس، ويمكن حتى زراعة أشجار أخرى مثل الصنوبر الثمري *Pinus pinea* والصنوبر الحلبي *Pinus halepensis* والصنوبر البروتي *Pinus brutia*.

إن دورة القطع تتراوح بين 10 و15 سنة بالنسبة للأكاسيا، وبين 15 و25 سنة بالنسبة للأوكالبتوس تبعاً للمواقع.

وفي حالة المشاجر المختلطة (كاسيا - أوكالبتوس) والمؤلفة من طابق سفلي من الأكاسيا وطابق علوي من الأوكالبتوس، يفضل أن تكون دورة استثمار الأكاسيا نصف دورة الأوكالبتوس.

و - الدرس الذي يمكن استخلاصه من التجربة الليبية في تثبيت الكثبان الرملية: إن التجربة الليبية في مجال تثبيت الكثبان الرملية المتحركة كإحدى الوسائل الأساسية في مكافحة التصحر في الظروف المناخية الجافة ونصف الجافة المعتدلة والصحراء من البيئة المتوسطية، هي تجربة رائدة في هذا المضمار. وقد أصبحت ناضجة بشكل كاف بعد الخبرة الطويلة والاهتمام المستمر من قبل الاختصاصيين لتحسين وتطوير الطرق المستعملة في التثبيت الميكانيكي للرمال وفي التشجير بعد هذا التثبيت.

يمكن الاستفادة من هذه التجربة لتثبيت مساحات أخرى في الجماهيرية وفي بلاد أخرى تتميز بظروف بيئية مماثلة.

2 - الحالة الثانية: خطة التنمية المتكاملة لمنطقة سهل الجفارة وطرق مكافحة التصحر

1 - الهدف من المشروع:

تهدف خطة التنمية المتكاملة لسهل الجفارة إلى:

- حماية الموارد الطبيعية من تربة ومياه وزيت طبيعي ومنعها من التدهور مع تحسينها عند اللزوم بغية استغلالها أفضل استغلال.

- استثمار الإمكانات المتاحة من مياه سطحية وجوفية وتربة ومراع طبيعية لخلق تجمعات سكانية مستقرة زراعية ورعوية تُملِك للمواطنين مع تدريبهم وتأهيلهم على مختلف الأعمال والعمليات الزراعية الحديثة، بما يكفل حسن إدارة وتعمير هذه المزارع.

- النهوض بالإنتاج الزراعي في البلاد.

ب - الخصائص الجغرافية العامة لسهل الجفارة

1 - الموقع: تشمل منطقة سهل الجفارة مساحة قدرها 27640 كيلومتراً مربعاً، وهي تشكل مثلثاً قاعدته الحدود التونسية غرباً، وسلسلة جبال نفوسة جنوباً، وامتداده البحر شمالاً ليلتقي رأس هذا المثلث عند وادي كمام إلى الشرق من مدينة الخمس.

2 - المناخ: يخضع مناخ سهل الجفارة للمناخ المتوسطي نصف الجاف والجاف الحار والمعتدل. إنه يتميز بالاعتدال في الشتاء ويتراوح متوسط درجات الحرارة الصغرى للشهر الأكثر برودة بين 4.5 و 8.7 درجة مئوية، علماً بأن درجات الحرارة الصغرى المطلقة نادراً ما تنخفض إلى تحت الصفر إلا في بعض المواقع. الصيف حار، ويتراوح متوسط درجات الحرارة العظمى للشهر الأكثر حرارة بين 31.5 و 37 درجة مئوية، علماً بأن درجة الحرارة العظمى المطلقة تتراوح بين 39 و 44 درجة مئوية مع وصولها إلى 58 درجة استثنائياً (العزيفية 1922).

يتراوح معدل الأمطار السنوية بين 125 و 350 مم تقريباً. وتتوزع الأمطار على الفصول على النحو التالي:

- الشتاء هو الفصل الأكثر إمطاراً، ويأتي بعده الخريف ثم الربيع، أما الصيف فشدّيد الجفاف وحار.

يوضح الجدول 17- توزيع الأمطار الفصلي عند بعض المحطات.

جدول 17-

المحطة	الأمطار الفصلية (مم)				المجموع السنوي (مم)
	شتاء	خريف	ربيع	صيف	
سيدي المصري (طرابلس)	189.1	109.5	45.1	2.2	346.6
غريان	169.8	77.4	74.8	12.5	334.5
الحشاش	120.7	86.6	34.3	1.0	242.6
العزيزية	114.1	51.6	36.2	1.1	203.0
نالوت	51.3	31.4	40.9	2.5	126.1

تدل الإحصاءات بالنسبة لمتوسط المحطات الموجودة في سهل الجفارة أن نسبة توزيع الأمطار على أشهر السنة هي التالية:

حزيران (يونيو)، تموز (يوليو)، آب (أغسطس) 2%، شباط (فبراير) 12%، أيلول (سبتمبر) 3%، آذار (مارس) 7%، تشرين أول (أكتوبر) 10%، نيسان (أبريل) 2%، تشرين ثان (نوفمبر) 16%، أيار (مايو) 1%، كانون أول (ديسمبر) 26%، كانون ثان (يناير) 21%.

بالنسبة لمتوسط المحطات تحصل إذاً لأشهر تشرين الثاني وكانون الأول وكانون الثاني على 63% من الأمطار السنوية.

- تنخفض الرطوبة الجوية خلال فصل الصيف مع الابتعاد عن البحر وتساهم إذاً في زيادة الجفاف بالنسبة للمزروعات (59 - 61% في مدينة الخمس الساحلية و34.5-36.5% في مدينة نالوت).

3 - التربة: إن القسم الأكبر من سهل الجفارة يتألف من أراضٍ رملية أو رملية سلتية أو سلتية، كما تصادف أيضاً بعض الأراضي المالحة والجبسية في بعض المناطق. تكثر الكثبان الرملية المتحركة في كثير من المناطق ضمن هذا السهل.

4 - **النبات الطبيعي:** إن سهل الجفارة الرمي مغطى ببطحاء نجيلية أساسها نبات السبب *Aristida pungens* الذي يساهم في تثبيت الكثبان الرملية، أما الأراضي الزراعية المهملّة فمغطاة ببطحاء أساسها نبات القوقف *Artemisia campestris* في المناطق التي تزيد أمطارها عن 200 ملمتر في السنة، أو ببطحاء أساسها العرفج *Rhantherium suaveolens* أو ببطحاء خشبية أساسها نبات الباقل *Atrophytum schmittianum* أو ببطحاء من الرتم *Retama raetam* كلما ازداد الجفاف.

- إن الأودية ذات الأراضي الرملية السلتية أو السلتية تسمح بنمو شجيرات السدر *Zizyphus lotus* أو ببطحاء قصيرة أساسها الشب *Artemisia herba-alba*.

- في الجزء الغربي من سهل الجفارة بالقرب من الحدود التونسية تصادف البطحاء النجيلية التي أساسها نبات الحلفاء المهبول *Lygeum spartum* على التربة السطحية ذات القشرة الجبسية، كما تصادف بطحاء أليفة الملوحة على الأتربة الملحية الجبسية.

- في الطابق الجاف السفلي وعلى الأتربة ذات القشرة الكلسية تصادف بطحاء خشبية أساسها نبات *Gymnocarpus decander* أو بطحاء مشابهة أساسها نبات القزدير *Antyllis henoniana* في الطابق الصحراوي الشديد الجفاف.

- في جبل نفوسة تسيطر البطحاء النجيلية التي أساسها نبات الحلفاء *Stipa tenacissima* على الأتربة السطحية والهيكيلية، بينما تصادف بطحاء الشب أو بطحاء نبات *Atrophytum scoparium* في المنخفضات ذات الأتربة العميقة السلتية. كما تصادف في الجبل مبعثرة هنا وهناك بعض الأشجار من البطم الأطلسي *Pistacia atlantica* وهي من بقايا الغابات القديمة التي كانت تغطي تلك المنطقة.

ج - أسس خطة التنمية لسهل الجفارة:

بعد أن تمت دراسة التربة ومصادر المياه السطحية والجوفية وكذلك طبوغرافية المنطقة والنبات الطبيعي والإمكانات البشرية، جرى تحديد 15 مشروعاً للتنمية في سهل الجفارة موزعة تبعاً للخصائص الطبوغرافية والمناخية وطبيعة التربة والنبات ووفرة المياه.

إن الطرق الفنية المتبعة في هذه المشاريع تهدف بالدرجة الأولى إلى المحافظة على المياه بغية استغلال مياه الأمطار على أفضل وجه، وكذلك الاستعانة بالمياه الجوفية للري مع الأخذ بعين الاعتبار ضرورة المحافظة على منسوبها. وتهدف كذلك إلى

المحافظة على التربة أثناء الاستثمار الزراعي، وإلى استغلال المراعي الطبيعية دون إفقارها. وسنبين فيما يلي الاتجاهات الفنية الأساسية.

1 - طرق المحافظة على المياه والتربة:

- بناء المدرجات لمقاومة انجراف التربة والاحتفاظ بمياه الأمطار للتمكّن من زراعة الأشجار المثمرة والحبوب، كما في المشاريع التالية: مشروع ترهونة/ مسلاتة، ويهدف إلى استصلاح 20635 هكتاراً. مشروع العريان، ويهدف إلى استصلاح 17.000 هكتار. مشروع مرتفعات غربان/ جادو، ويهدف إلى استصلاح 20.000 هكتار.

- حفر آبار وإنشاء شبكات ري لتوفير المياه اللازمة للري، كما في مشاريع وادي الرمل - وادي المجينين/ بن غشير - وادي الهيرة - بئر ترفاس - العزيزية/ العامرية - وادي الحي/ أبو شيبية - وادي كعام.

- بناء السدود لجمع مياه الأمطار والاستفادة منها في الري وصيانة التربة كما في مشاريع: وادي المجينين/ بن غشير - وادي الهيرة - وادي الحي/ أبو شيبية - سهل نالوت - غريان/ جادو - بئر عياد - وادي كعام.

- الري بالتنقيط لبساتين الفاكهة للتخفيف من استهلاك الماء كما في مشاريع وادي الهيرة وبئر ترفاس.

- تثبيت الكثبان الرملية في المنطقة كما في مشاريع: الغابات ترهونة - القصباء - وادي الرمل - بئر ترفاس - سهل نالوت - بئر الغنم - المحيتين... الخ.

2 - تحسين وتنظيم استغلال المراعي الطبيعية:

تهدف مشاريع تحسين وتنظيم استغلال المراعي الطبيعية إلى زيادة إنتاجيتها بغية إنشاء مزارع رعوية (624 مزرعة) تُملّك للمواطنين مع مسكن ضمن كل مزرعة، بالإضافة إلى إيجاد تجمعات صحية وتعليمية واجتماعية لكل مجموعة من المزارع.

يجري تحسين المراعي عن طريق البذر الاصطناعي لنباتات علفية تتحمل الجفاف بعد تحضير التربة بشرائط عمودية على اتجاه الرياح بحيث يفلح شريط ويزرع، ويترك شريط آخر دون فلاحه للحماية من الرياح. عندما تنمو البذور على الشريط المفلوح وتغطى التربة بالنباتات، يفلح الشريط الآخر الذي ترك دون فلاحه. بالإضافة إلى ذلك تزرع شجيرات علفية بمساحة تختلف تبعاً للخصائص المناخية وخواص التربة وطبيعة المرعى. يستعمل لهذا الغرض الشجيرات التالية:

Acacia cyanopaylla, *Acacia victoriae*, *Acacia salicina*, *Acacia aneura*,

Acacia radpiana, Atriplex halimus, Atriplex nummularia, Cassia struti, Calligonum comosum, Cactus inermis.

إن إيجاد مزارع رعوية في مناطق جافة متوسطة هي تجربة جديدة في حوض المتوسط، فهي تؤمن استقرار الرعاة وترفع من مستوياتهم الاجتماعي والتعليمي من جهة، كما تؤمن في الوقت نفسه استغلال المراعي الطبيعية بأسلوب يساعد على حماية إنتاجيتها ويساهم في زيادة الإنتاج الزراعي في البلد.

3 - حماية القرى والمزارع والأراضي الزراعية:

في كل المشاريع قيد التنفيذ توجد خطة لإنشاء مصدات للرياح حول المزارع وحول الحقول الزراعية لحمايتها من الرياح والحد من انجراف التربة وضياع الماء. كما تستهدف الخطة تثبيت كل الكثبان الرملية المتناثرة في المنطقة وتشجيرها.

4 - زراعة الحبوب:

يهدف هذا المشروع إلى زراعة الحبوب بعلياً بدورة زراعية (قمح - بقول) مع إلغاء سنة البور، مساهمة في تحقيق الاكتفاء الذاتي من الحبوب وزيادة الإنتاج الحيواني. في الوقت الحاضر، هناك حوالي 60.000 هكتار مزروعة تحت دورة حبوب وبقول وأهمها: *Medicago truncatula cv. Cyprus* و *Medicago littoralis cv. Harbinger* وهناك العديد من الأصناف والأنواع من البقوليات تحت التجربة ويجرى تقييمها سنوياً.

5 - التأهيل والتدريب:

يجري تأهيل وتدريب المزارعين على طرق الزراعة الحديثة القائمة على المكنة، وكذلك يجري تدريب بنات المزارعين على أعمال التنمية الريفية في مراكز خاصة. كما تم وضع برنامج خاص يهدف إلى نشر التعليم بين صفوف القرويين غير المتعلمين.

6- بناء المستوطنات:

تهدف خطة التنمية إلى بناء المساكن للمزارعين والرعاة وملحقاتها في مشاريع الاستيطان وقد تم حتى 1976/9/30 بناء 3997 مسكناً تم توزيع معظمها. هذا ويرافق بناء المساكن إنشاء مجمعات توفر فيها الخدمات العامة الضرورية مثل المستوصفات والمدارس والأسواق... الخ.

د - الدرس الذي يمكن استخلاصه من خطة التنمية المتكاملة لمنطقة سهل الجفارة:

إن خطة التنمية هذه هي خطة متكاملة تركز على الأسس التالية:

أ - الاعتماد على الموارد الطبيعية من مياه وتربة ونبت طبيعي واستغلالها مع المحافظة على ديمومتها ومنعها من التدهور، وذلك بإيجاد نوع من التوازن بين الزراعة والمراعي والغابات تبعاً للظروف البيئية السائدة.

ب - الاعتماد على القوى البشرية لحسن استغلال هذه الموارد والمحافظة عليها كثروة قومية، عن طريق وضع خطة تعليمية تدريبية لإعداد المزارعين الذين يحسنون استغلال الموارد الطبيعية ويحافظون عليها، والرفع من مستويات المعيشي والاجتماعي في الريف لتشجيعهم على عدم الهجرة إلى المدينة، وذلك بتطوير الخدمات الطبية والتعليمية والتجارية وتأمين المسكن.

ج - الانطلاق من مبدأ أن «الماء» هو العامل البيئي الأساسي للزراعة في هذه المنطقة، وأنه من الضروري اتباع كافة الوسائل للمحافظة عليه واستعماله بأكثر فعالية ممكنة. إن خطة التنمية المتكاملة لمنطقة سهل الجفارة هي مثال واضح على برنامج شامل لحسن استغلال الموارد الطبيعية وللحد من هدرها، وبالتالي لمكافحة التصحر الذي يلاحظ في أماكن متعددة في هذه المنطقة.

6.1.8 - الهيئات الحكومية والتشريعات المتعلقة بالمحافظة على الموارد الطبيعية ومكافحة التصحر

رغبة في المحافظة على الموارد الطبيعية في البلاد، تم تشكيل هيئة عامة للمياه ومجلس للتنمية الزراعية المتكاملة، كما صدرت قوانين بشأن حماية الغابات والمراعي، وكذلك حماية الأراضي الزراعية والأراضي الوطنية.

في 12 فبراير (شباط) 1972، صدر القانون رقم 26 بشأن إنشاء هيئة عامة للمياه تختص باقتراح السياسة العامة للمياه وتحديد الأولويات للمشروعات التي تنتفع بالمياه سواء للشرب أو للزراعة أو للصناعة أو غيرها، بالإضافة إلى دراسة كل ما يتعلق باستغلال المياه واقتراح التشريعات الخاصة بالمياه ومتابعة تنفيذها، وكذلك الإشراف على تنفيذ المشروعات المتعلقة باستخراج المياه وحفر الآبار وطريقة استغلالها. وقد أدمجت هذه الهيئة في أمانة جديدة أنشئت بتاريخ 76/10/23 تحت اسم أمانة السدود والموارد المائية.

للتكيف مع هذا الجفاف ورغبة في صيانة الموارد الطبيعية من تربة وغابات ومراع، وكذلك انطلاقاً من ضرورة مكافحة التصحر ومقاومة «زحف الصحاري» الناجم عن سوء استغلال الأرض عبر الأزمنة القديمة، قامت الجماهيرية العربية الليبية الشعبية الاشتراكية بوضع خطة شاملة للمحافظة على الموارد

الطبيعية من الهدر وإرساء أساس متين للتنمية الزراعية المتكاملة. وقد اتبعت لبلوغ هذا الهدف وسائل متنوعة متكيفة والظروف البيئية وطبيعة الموارد الطبيعية والإمكانات البشرية، كما أصدرت تشريعات وشكلت هيئات لحماية هذه الموارد والإشراف على حسن استغلالها.

إن من دعائم خطة التنمية في الجماهيرية المحافظة على الموارد الطبيعية واستغلالها أفضل استغلال، مع الأخذ بعين الاعتبار ضرورة مقاومة زحف الصحاري». وقد بينا ذلك في هذا التقرير وحاولنا استنتاج درسين يمكن الاستفادة منهما من خلال التجربة الليبية في استغلال الموارد الطبيعية ومكافحة التصحر وهما:

- 1 - تجربة تثبيت وتشجير الكثبان الرملية المتحركة في المناطق الجافة ونصف الجافة بغية حماية المدن والقرى والأراضي الزراعية والمنشآت المختلفة.
- 2 - تجربة خطة التنمية المتكاملة لمنطقة سهل الجفارة التي تهدف إلى:
 - حماية الموارد الطبيعية من تربة ومياه ونبت طبيعي ومنعها من التدهور مع تحسينها عند اللزوم بغية استغلالها أفضل استغلال.
 - استثمار الإمكانات المناخية من مياه سطحية وجوفية وتربة ومراع طبيعية لخلق تجمعات سكانية مستقرة زراعية ورعوية تملك للمواطنين المزارعين مع تدريبهم وتأهيلهم.
 - النهوض بالإنتاج الزراعي دعماً للاقتصاد الوطني.

2.8 - الوسائل المتبعة في مكافحة التصحر في المملكة الأردنية الهاشمية

1.2.8 - طرق صيانة التربة

1 - التشجير الحراجي للأراضي المنحدرة: يهدف هذا التشجير الحراجي إلى صيانة التربة وحفظ المياه في الأراضي الجبلية الشديدة الانحدار. ويجري ذلك عن طريق إنشاء مدرجات باتجاه خطوط التسوية (الكونتورية) وزراعة أشجار حراجية متنوعة مثل الصنوبر الحلبي ونوع من الأكاسيا *Acacia cyanophylla* وبعض أنواع الأوكالبتوس مثل *Eucalyptus camaldulensis* والأثل *Tamarix articulata* والكازوارينا *Casuarina cunninghamiana*. ابتدأت مشاريع تحريج المنحدرات الجبلية منذ 1960 وقد أصبح لمديرية الحراج خبرة جيدة في هذا المضمار، يمكن

الاستفادة منها في ظروف بيئية متوسطة مشابهة داخل الأردن وخارجه. إن الاتجاه الحالي في خطة التنمية هو تخصيص الأراضي التي يزيد انحدارها عن 25% للتشجير الحراجي بغية استغلالها، وحمايتها في الوقت نفسه من الانجراف، والمحافظة على المياه ومقاومة السيول. إن الأمثلة على هذا النوع من التشجير الوقائي عديدة في مرتفعات الضفة الشرقية.

ب - إنشاء المدرجات لزراعة الأشجار المثمرة: يجري إنشاء المدرجات الحجرية في الأراضي التي يتراوح انحدارها بين 9 و 25% تقريباً لزراعتها بالأشجار المثمرة. وبالرغم من التكاليف المرتفعة لهذه المدرجات، فإنها تعتبر الوسيلة الملائمة للاستفادة من الأراضي المنحدرة في المناطق التي تزيد أمطارها عن 300 ملمتر سنوياً لإنتاج الفواكه والمحافظة على التربة وعلى المياه في الوقت نفسه.

تقدم الحكومة الأردنية في هذا المجال دعماً مادياً للمزارعين بغية تشجيعهم على بناء المدرجات في أراضيهم. وهكذا تم خلال السنوات العشر الماضية حماية 28 ألف هكتار وزراعة 2.160.000 غرسة أشجار مثمرة معظمها زيتون. كما ستعطى الأولوية في ذلك لمساقط المياه الرئيسية مع تشجيع كافة المزارعين ومالكي الأراضي الزراعية في كل مسقط مياه للاشتراك في المشروع.

ج - الحراثة الكونتورية في الأراضي الزراعية القليلة الانحدار: في الأراضي القليلة الانحدار (0 إلى 9%) المخصصة للزراعة البعلية (القمح خاصة) تجرى الحراثة باتجاه خطوط التسوية (الكنتور) بغية المحافظة على التربة عن طريق مقاومة انجرافها بواسطة الأمطار وتشجيع امتصاص الماء من قبل التربة، والتخفيف إلى حد كبير من الجريان السطحي لمياه الأمطار وضياعها. إن الاتجاه الحالي هو تعميم هذه الحراثة بعد أن تدخل عليها التعديلات اللازمة تبعاً لخصائص التربة وقيمة الانحدار، كما هو الحال في مشروع زراعة القمح البعلية في الرمثا وغيرها.

د - المحافظة على مساقط المياه: تولى مشاريع التنمية عناية خاصة بالمحافظة على مساقط المياه باتباع أسلوب متكامل من أعمال الصيانة والاستصلاح والتشجير الحراجي على مدرجات وتحسين المراعي في الأحواض المائية الرئيسية في البلاد، كما هو الحال بالنسبة لحوض سد الزرقاء وسد الملك طلال وسد وادي شعيب. إن هذا الأسلوب في إدارة واستغلال الأحواض المائية يساهم في الحد من انجراف التربة فيحافظ على خصوبتها بالنسبة لإنتاج المحاصيل المتنوعة من جهة، ويطيل من عمر السد من جهة أخرى. كما يساهم أيضاً في الحد من تكوين السيول، وبالتالي في المحافظة على المواد وحسن امتصاصها من قبل التربة.

هـ - التشجير الحراجي للاراضي البور وجوانب الطرقات: تقوم مديرية الحراج منذ أكثر من 15 عاماً بتحريج الأراضي البور بغية استغلالها، وفي الوقت نفسه تقوم بالمساهمة في المحافظة على التربة وتحسين البيئة المحلية. كما نفذت المديرية خطة تشجير جوانب الطرقات الرئيسية بهدف التجميل وثبتت جوانب الطرقات وتلطيف البيئة المحلية باستعمال الأنواع التالية بشكل خاص: *Acaia* و *Schinus molle* و *Ceratonia siliqua* و *Tamarix articulata* و *Ca-* و *Pinus halepensis* و *Eucalyptus camaldulensis* و *suarina sp.*

و - حماية وتحسين المراعي الطبيعية: نظراً لأهمية مناطق المراعي الطبيعية في الأردن من الناحيتين البيئية والاقتصادية، فقد اهتمت الدولة بالحد من تدهور هذه الثروة القومية الكبرى عن طريق حمايتها وتحسينها. وقد أنشئت لهذا الغرض عدة محميات مثل محميات الخناصره وصبرة والشومري والجرباء الخ... كما أجريت التجارب لتحسين المراعي عن طريق البذر الاصطناعي بأنواع رعوية محلية وأجنبية، أو زراعة شجيرة علفية وإتباع أسلوب الرعي الدوري والمؤجل. هذا وقد صدر قانون بمنع حراثة أراضي البادية التي يقل معدل أمطارها من 200 مم سنوياً وذلك لحماية الغطاء النباتي ومكافحة التصحر الذي ساهمت في تعظيمه حراثة البادية. كما تقوم الدولة منذ 1964 بتطبيق سياسة توطين البدو في البادية للرفع من مستوياتهم الاجتماعي والثقافي، وكذلك لتخفيف الضغط على المراعي الطبيعية.

سنستكمل بالتفصيل فيما بعد عن سياسة الدولة وخططها لحماية وتحسين المراعي الطبيعية.

ز - إنشاء المنتزهات القومية: يجري، تحت إشراف الجمعية الملكية لحماية الطبيعة، إنشاء منتزه قومي في محمية الشومري بالأزرق بهدف حماية الحياة الحيوانية البرية وكذلك حماية البيئة. يعتبر إنشاء مثل هذه المنتزهات القومية في المناطق الرعوية الشديدة الجفاف من أهم وسائل مكافحة التصحر.

ح - إنشاء كاسرات الرياح: تنشأ كاسرات الرياح حول بساتين الفاكهة والخضر المروية في وادي الأردن للحد من شدة الرياح وحفظ التربة والمياه.

ط - تثبيث الكثبان الرملية: تقوم مديرية الحراج بمشروع تشجير الكثبان الرملية في الرم والديسة في جنوب الأردن.

2.2.8 - طرق توفير المياه والمحافظة عليها

إن المياه هي أكثر الموارد الطبيعية ندرة في الأردن إذ إنه يعتمد بدرجة كبيرة على مياه الأمطار لتلبية احتياجاته. وتعتمد الدولة خطة لمسح الموارد المائية السطحية

والجوفية في البلاد بغية استغلالها أفضل استغلال لحاجات الري والشرب والصناعة، وذلك عن طريق حفر الآبار وإنشاء السدود وحفظ مساقط المياه وتوفير استهلاك الماء في الري باستعمال الري بالرشاشات والري بالتنقيط الخ... كما سنبين ذلك فيما يلي:

تدل الدراسات أنه إذا تم استغلال مصادر المياه المتوافرة في المملكة والتي تشتمل على مياه الفيضانات والأنهار والينابيع والمياه الجوفية، فإنه بالإمكان توفير ما مجموعه ألف مليون متر مكعب من المياه سنوياً.

١ - حفر الآبار: تشكل المياه الجوفية مصدراً رئيسياً من مصادر المياه في الأردن حيث يغطي إنتاج الآبار المستغلة حالياً حوالي ثلث احتياجات المملكة من المياه المستعملة لأغراض الشرب والصناعة والري.

تقدر كمية المياه التي يمكن ضخها بواسطة الآبار سنوياً في حالة حفر شبكة آبار منظمة وموزعة على أساس الدراسات الهيدروجيولوجية بحوالي 200 إلى 250 مليون متر مكعب. وقد بلغ عدد الآبار التي تم حفرها حتى عام 1957، 859 بئراً حفرت سلطة المصادر الطبيعية من أصلها مئة بئر بين 1973 و1975.

ب - بقاء السدود: بالإضافة إلى برامج حفر الآبار تقوم الدولة ببناء السدود التخزينية والتحويلية لجميع المياه وتحويلها لأغراض الري والشرب، وتنمية المراعي وتوطئ البدر وتغذية طبقات المياه الجوفية وتوليد الطاقة الكهربائية. إن حوالي 32 سداً جرى تنفيذها أو هي قيد التنفيذ خلال الخطة الخمسية الجديدة موزعة في مناطق عديدة من المملكة: المفرق - الضليل - وادي زقلاب - وادي شعيب - وادي الكفرين - القطرانة - السلطاني - نهر الزرقاء - وادي الحسا - وادي الأبيض - وادي سواقه - وادي المقارن/الرموك - وادي العاقب/البادية - وادي العرب - وادي الجرم الخ...

ج - المحافظة على مساقط المياه: إن خطة المحافظة على مساقط المياه بإنشاء المدرجات وحسن تنظيم الاستغلال تخفف، كما شرحنا سابقاً، من ضياع المياه وتسهل امتصاصها من قبل التربة وتغذية المياه الجوفية.

د - الري بالرشاشات: انتشر استعمال الري بالرشاشات في معظم مشاريع الري في البلاد. إنه يساهم في توفير استعمال المياه في الري. يقبل المزارعون على هذا النمط من الري، كما تعمل الدولة على تشجيع انتشاره.

هـ - الري بالتنقيط: انتشر استعمال الري بالتنقيط في ري الأشجار المثمرة والخضروات وبشكل خاص في وادي الأردن. إلا أنه لوحظ أنه في الظروف المناخية

والأرضية لوادي الأردن، يؤدي هذا النمط من الري إلى تركيز الملوحة في التربة بين خطوط الري. إن هذه الملاحظات تتطلب مزيداً من الدراسة والتحصيل لأن مستقبل التوسّع في الري بالتنقيط في مثل ظروف الأردن وغيره من البلدان مرتبط بعدم ارتفاع الملوحة في التربة.

و - الزراعة في بيئة مراقبة تم التحكم فيها (الخيام): تنتشر الزراعة في الخيام في وادي الأردن لإنتاج الخضار. وهي زراعة تسمح بإطالة موسم الخضروات، وتوفير مياه الري بالنسبة للطرق التقليدية في الزراعة.

ز - الزراعة عن طريق مياه الأمطار الجارية: تستعمل هذه الطريقة في الزراعة بالاستفادة من مياه الأمطار الجارية منذ القديم في الأردن، حيث توجه مياه الأمطار الجارية على السفوح إلى المناطق المزروعة لتستفيد منها. إن هذا النمط من الري يستحق مزيداً من الاهتمام للتوصل إلى أفضل طريقة للاستفادة من مياه الأمطار وتوفير المياه الجارية في المناطق القليلة الأمطار. تقوم مديرية الحراج بتشجير حراجي للاستفادة من مياه الأمطار الجارية في منطقة الأزرق حيث لا تتعدى الأمطار السنوية 70 ملمتراً وعن طريق استعمال أنواع جفافية.

3.2.8 - الوسائل المتبعة في حماية وتطوير مناطق المراعي الطبيعية

بينما فيما سبق أن منطقة المراعي الطبيعية تغطي في المملكة الأردنية الهاشمية مساحة كبيرة تصل إلى 87% من المساحة الكلية للمملكة. وهي تشمل ما يسمى بالمراعي الصحراوية، وتقل فيها الأمطار السنوية عن 100 مم، وأراضي المراعي شبه الصحراوية وتتراوح أمطارها بين 100 و250 مم. وقد شرحنا أيضاً أن معظم هذه المراعي متدهور وإنتاجيته متدنية كثيراً بسبب الرعي الجائر واقتلاع الشجيرات للحريق، وكذلك الفلاحة الآلية التي ساهمت إلى حد كبير في استئصال التدهور وتعرية التربة وانجرافها، وكانت هذه العوامل ولا تزال من أهم أسباب التصحر الذي يشاهد بوضوح في مناطق المراعي الطبيعية في الأردن.

إنطلاقاً من الأهمية القصوى لمناطق المراعي الطبيعية من النواحي البيئية والاقتصادية والاجتماعية، قامت الدولة بوضع خطة متوسطة وبعيدة المدى تهدف إلى حماية مناطق المراعي وتطويرها بغية الاستفادة منها في تربية الأغنام مع المحافظة عليها وتحسينها في الوقت نفسه. تشمل خطة التطوير هذه ما يلي: إنشاء المحميات - تحسين المراعي الصحراوية وشبه الصحراوية - تحسين الشروط الرعوية في المناطق المطرة والمروية - توطين البدو - إنشاء المنتزهات القومية - تطبيق قانون المراعي.

إن خطة حماية وتطوير مناطق المراعي الطبيعية تشكّل إذاً برنامجاً متكاملأ يأخذ بعين الاعتبار الجوانب البيئية والانسانية والتشريعية والتقنية أساساً في معالجة الموضوع. وتعتبر هذه الخطة من أهم وسائل مكافحة التصحر وحماية البيئة والمحافظة على إنتاجيتها لصالح الإنسان. من الجدير ذكره أن تطبيق هذه الخطة لا يخلو من صعوبات يعود معظمها إلى أسباب إنسانية أكثر منها تكنولوجية.

1 - إنشاء المحميات:

انشئت داخل مناطق المراعي شبه الصحراوية (اراضي المراعي الهامشية) والتي تحصل على 100-250 مليمتراً من الأمطار سنوياً عدة محميات كمحطات تجريبية موزعة ضمن المنطقتين التاليتين:

- المنطقة الأولى وتبلغ مساحتها ستمائة ألف هكتار تقريباً، وتمتد في شريط ضيق من رأس النقب جنوباً حتى مدينة المفرق شمالاً بعرض يتراوح بين 3 و10 كيلومترات. وهي منطقة الشجيرات وتعتبر من أصلح المناطق الرعوية في البلاد.
- المنطقة الثانية وتبلغ مساحتها أربعمئة ألف هكتار، وتمتد من المفرق غرباً إلى الحدود العراقية شرقاً. وهي منطقة الأعشاب المحاذية للحدود السورية.

تم إنشاء محميتي الفجيع والجرباء في المنطقة الأولى، ومحميتي صرة والخصاصري في المنطقة الثانية كنماذج ممثلة للمناطق الرعوية المراد تحسينها.

وتجري فيها تجارب للبذر الصناعي لأنواع علفية، محلية وأجنبية ولزراعة شجيرات علفية، وكذلك دراسات حول النبت الطبيعي والحمولة الرعوية.

يوجد على رأس المحمية مهندس زراعي يساعده مراقبون زراعيون وعمال.

ب - تحسين المراعي الصحراوية وشبه الصحراوية (مراعي البادية):

تتبع الأساليب التالية لتحسين المراعي الصحراوية وشبه الصحراوية:

1 - الحماية: أثبتت الحماية فعاليتها في تحسين المراعي. إذ يلاحظ دوماً تحسناً في النبت الطبيعي من حيث كثافته وظهور نباتات جديدة، وينتج من ذلك تحسناً ملحوظ في القدرة الرعوية للمناطق المحمية. وقد لوحظ في المحميات السابقة الذكر، أن القدرة الرعوية للمراعي قد ارتفعت بسرعة، بعد عدة سنوات من الحماية فقط، من 10 هكتارات لرأس واحد من الغنم إلى هكتارين فقط لرأس واحد/سنة.

2 - البذر الصناعي لأنواع علفية: بالإضافة إلى الحماية يجري تحسين المراعي عن طريق البذر الصناعي لأنواع علفية محلية وأجنبية مستوردة، بشكل

تجارب ضمن المحطات الرعوية المحمية. من بين الأنواع العلفية المحلية يجري استعمال الأنواع التالية:

Poa sinaica, Festuca pratensis, Phalaris tuberosa, Oryzopsis holiciformis, Oryzopsis miliacea, Colutea istaria.

أما الأنواع الأجنبية فهي متعددة، وقد تم تجربة 25 نوعاً من النباتات العلفية الأجنبية في 1975 في محطتي الفجيع والخنصرة وقد استوردت من فرنسا وأستراليا. زرعت هذه الأنواع على خطوط كونتورية بالتناوب مع شجيرات علفية.

3 - زراعة شجيرات علفية: تجري أيضاً تجربة شجيرات علفية لزراعتها في مناطق المراعي الطبيعية بغية تحسينها. إن أكثر الأنواع المستعملة هي التالية:

Atriplex numularia, Atriplex canescens, Prosopis specigera, Salsola vermiculata.

تجرب هذه الشجيرات في محميات الخنصرة والفجيع وضبعة والجرباء وصرة بغية نشر استعمالها على نطاق واسع.

4 - دراسة الحمولة الرعوية: تجري دراسة الذبب الطبيعي لاستنتاج حالة المراعي وتحديد الحمولة الرعوية عن طريق إقامة مسيجات.

5 - إقامة سدود حجرية: تجري إقامة سدود حجرية على مجاري المياه لجمع مياه الأمطار والحد من انجراف التربة مساهمة في تحسين حالة المراعي.

ج - تحسين الشروط الرعوية في المناطق المطيرة والمروية

- رغبة في توفير الكمية اللازمة من الأعلاف من جهة وفي تخفيف الضغط على المراعي الطبيعية لمناطق البادية، يجري تطوير زراعة المحاصيل العلفية في المناطق التي تزيد أمطارها عن 250 ملميمتراً في السنة، وفي المناطق المروية في المرتفعات وفي وادي الأردن.

- يركز مبدأ التطوير في المناطق المطيرة على تطبيق دورة ثنائية من الشعير والمحاصيل العلفية البقولية الخضراء في المناطق التي تحصل على 250-350 ملميمتراً من الأمطار السنوية، ودورة ثلاثية في المناطق التي تزيد أمطارها عن 350 ملميمتراً سنوياً بحيث تكون البقوليات العناصر الأساسية فيها لتوفير العلف.

- أما في المناطق المروية فالتطوير يركز على ما يأتي:
في المرتفعات التي تعتمد على المياه الجوفية يركز مبدأ التطوير بالنسبة للمراعي على تشجيع زراعة الفصة بدلاً من الخضروات.

في وادي الأردن يعتمد مبدأ التطوير على زراعة البرسيم في الدورة الزراعية بنسبة 15% من مجموع المساحات المروية، وتطبيق دورة زراعية متممة، وذلك بزراعة الذرة العلفية بعد الخضروات والمحاصيل الشتوية.

د - توطين البدو

ابتدأت خطة توطين البدو في البادية في المملكة الأردنية الهاشمية منذ عام 1962 بالاستفادة من المياه الجوفية المتوفرة. وتهدف هذه الخطة إلى:

- رفع المستوى الاجتماعي والاقتصادي والصحي والتعليمي للبدو الرحل.
- استثمار الأراضي المستصلحة للإنتاج الزراعي وبشكل خاص المحاصيل العلفية والحبوب والخضروات لتوفير الأعلاف وتأمين بعض المحاصيل الغذائية للسكان.

- تدريب أبناء العشائر البدوية في البادية الجنوبية على الأعمال الزراعية تمهيداً لتسليمهم وحدات زراعية.

- تخفيف الضغط على المراعي الطبيعية في البادية والسماح لها بتجديد نفسها.
- مكافحة التصحر الذي أخذ يستفحل في المناطق الجنوبية والشرقية من البادية.

لقد أنشئ أول مشروع توطين للبدو في الجفر في البادية الجنوبية عام 1962، ثم توالى المشاريع بعد هذا التاريخ حتى أصبح عددها الآن تسعة.

صدر بعد ذلك النظام رقم 30 لعام 1970 حول توزيع الوحدات الزراعية لمشاريع الري في مناطق توطين البدو الجنوبية والشرقية. وفي عام 1976 صدر نظام رقم 55 يحدد بدل خدمات وإثمان الوحدات السكنية في مناطق المشاريع الزراعية.

1 - تدريب البدو على الزراعة المروية

تنفيذاً لخطة توطين البدو وضع مشروع بهذا الخصوص يهدف إلى:

أ - تدريب العمال البدو على النشاطات الزراعية المختلفة وإعدادهم لاستلام وحدات زراعية مستصلحة حسب المعايير التالية:

1 - انتخاب المرشحين للتدريب من البدو ومن أهالي مناطق مراكز المشروع.

2 - تدريب المرشحين المنتخبين لمدة سنتين على الأعمال الزراعية المختلفة وطرق الري الحديثة ودفع أجور لهم مقابل خدماتهم كعمال متدربين. ويكون ناتج الوحدات الزراعية ملكاً للدولة.

3 - تأجير العدد المناسب منهم وحدات زراعية لمدة ثلاث سنوات، ويكون الناتج

ملكاً للمستأجرين. وخلال هذه الفترة تقدم الوزارة الخدمات الإرشادية والخدمات للمادية التالية:

- كافة الخدمات الآلية لمختلف العمليات الزراعية.

- المياه.

- الوحدات السكنية وزرائب الحيوانات.

كما تقدم الوزارة خدمات عامة يستفيد منها المستأجرون والقاطنون حول مراكز المشروع، وهي المدارس ومياه الشرب والعيادات الصحية والجوامع، وإنشاء السياج حول المزارع الخاصة وإصلاح عين الماء الخ... وذلك لتشجيع البدو على الاستقرار حول مراكز المشروع والاستفادة من الخدمات المتوفرة.

ب - إيجاد فرص عمل للبدو في مناطق الاستيطان مما يساعد في تحسين الحالة الاقتصادية.

ج - توفير الخضروات والحبوب والأعلاف وبيعها إلى المستوطنين أثناء فترة التدريب بسعر الكلفة.

2 - الأعمال المخططة بوزارة الزراعة لتنفيذ المشروع

تقوم وزارة الزراعة بتنفيذ مشروع توطين البدو بالأعمال التالية:

أ - إجراء جميع أعمال التسوية والمسح الطبوغرافي وتحديد خطوط التصوية (الكونتور) وإنشاء الأحواض.

ب - القيام باستصلاح الأراضي وخاصة المالحة منها عن طريق غسلها وزراعتها بالشعير لمدة سنتين.

ج - تدريب البدو على الزراعة. تُدفع للمتدربين أجور لمدة سنتين حسب النظام 30 لعام 1970 والذي يتم بموجبه اختيار المرشحين للتدريب.

تجري الزراعة في المشروع استناداً إلى نمط مقرر على النحو التالي: 40% من المساحة تزرع بالقصبة و60% منها يزرع بالحبوب والخضروات. تطبق هذه النسب في كل مشاريع الاستيطان ما عدا مشروع الجفر حيث تخصص 50% من المساحة لزراعة القمصة و50% منها للحبوب والخضروات مناصفة.

جرى حتى الآن استصلاح 695 هكتاراً، كما جرى تدريب 149 عاملاً زراعياً بدوياً وسلّمت لهم الأرض. علماً بأن عدد المستفيدين من الخدمات التي توفرها هذه المشاريع بلغ 14220 شخصاً.

هـ - إنشاء المنتزهات القومية وحماية الحياة الحيوانية البرية

مساهمة في المحافظة على البيئة وحماية الحياة الحيوانية البرية، قامت الجمعية الملكية لحماية الطبيعة بعدة مشاريع هي:

1 - إنشاء منتزه قومي في الشومري: تقدر مساحة هذا المنتزه بـ 2200 هكتار، ويقع على بعد 12 كلم في جنوب الأزرق في المنطقة الشديدة الجفاف. حفر فيها بئر للمياه الجوفية كما أحيطت بسلك شائك. تقوم الجمعية بإعدادها لإكثار الحيوانات البرية التي انقرضت من المنطقة والأنواع المهددة بالانقراض للمحافظة عليها وإكثارها.

2 - إنشاء منتزه في واحة الأزرق: تبلغ مساحة هذه الواحة حوالي خمسة آلاف كيلومتر مربع، ويتم إعدادها لتكاثر الطيور والحيوانات البرية فيها.

و - قانون المراعي

يعرف قانون الزراعة رقم 20 لسنة 1973 «للمراعي» بأنها جميع أراضي الدولة المسجلة، وأية أراضٍ أخرى للدولة يقل المعدل السنوي لسقوط الأمطار فيها عن 200 ملمتر. وهو يعطي لوزير الزراعة حق إصدار قرارات تهدف إلى:

- تحسين وتطوير المراعي والمحافظة عليها.
- تنظيم دورات الرعي وتجديد فقراته لكل منطقة جغرافية.
- تحديد نوع وعدد الماشية المسموح بإدخالها للرعي في كل منطقة.
- العمل على زيادة إنتاج أراضي المراعي لنباتات الرعي والنباتات العلفية وإجراء التجارب والأبحاث المتعلقة بذلك.
- استغلال المياه السطحية وإنشاء وتشغيل وإدارة مشاريع السدود الصغيرة ومنشآت انجراف المياه ونشرها لإنتاج النباتات العلفية.
- حفر الآبار وتجهيزها بمعدات الضخ وإنشاء البرك لأغراض توفير مياه الشرب للمواشي.
- المحافظة على البيئة وعناصرها الطبيعية في المراعي بما في ذلك تربتها ونباتاتها البرية والمزروعة وحمايتها من سوء الاستعمال.
- إن قانون المراعي يعاقب كل من يقوم بالمخالفات التالية في مناطق الرعي:
- التعدي على المراعي بفتحها أو زرعها أو حفر آبار فيها أو إقامة أبنية ومنشآت عليها.
- فتح المقالع واستخراج مواد البناء بدون ترخيص.

- إزالة أو قطع أو حرق نباتات المراعي.
- الاعتداء على المنشآت القائمة على أراضي المراعي والتابعة لها.
- مخالفة أي حكم من أحكام هذا القانون أو أي قرار صادر بمقتضاه.

إن قانون المراعي يساهم إلى حد كبير في حماية المراعي الطبيعية في البادية وفي تحسينها، وذلك بالرغم من الصعوبات التي يلاقيها تطبيق هذا القانون من الناحية الإنسانية. ويعتبر من أهم دعائم مكافحة التصحر في البادية الأردنية.

ز- الاتجاه المستقبلي لتطوير مراعي البادية في الأردن

يجري في الوقت الحاضر تنسيق بين الأردن وسوريا لتطوير البادية في البلدين استناداً إلى خبرتهما في معالجة أمور البادية، وخاصة بما يتعلق بالنواحي التقنية والانسانية المرتبطة بالرعي. سيكون لهذا التنسيق نتائج إيجابية أكيدة نظراً للتشابه بين الشروط البيئية والبنية والإنسانية في الباديتين.

وقد نتج من اجتماعات لجنة التنسيق مجموعات من التوصيات منها: 1 - اعتبار السياسة التعاونية - الحكومية هي السياسة التي يفضل اتباعها عن طريق إنشاء مراكز محطات حكومية رعوية وتشكيل جمعيات تعاونية لتحسين المراعي وتربية الحيوان. 2 - تشديد العقوبات على كل من يتعدى على أراضي المراعي الطبيعية بالحراثة والفلاحة. 3 - تحديد أراضي المراعي الطبيعية وأراضي المراعي المروية الحكومية على الطبيعة تسهلاً لحمايتها واستغلالها، وبناء مخازن أعلاف في مراكز الجمعيات التعاونية. 4 - التعمق في دراسة مصادر المياه وتوزيع الآبار في مناطق البادية، وربط مشاريع تزويد مراعي البادية بالمياه بخطة تطوير وتحسين المراعي الطبيعية للحفاظ على التوازن بين موارد الكلا والماء.

4.2.8 - الهيئات والتشريعات المتعلقة بالمحافظة على

الموارد الطبيعية ومكافحة التصحر

لحماية المصادر الطبيعية واستغلالها أفضل استغلال، تم تشكيل سلطة المصادر الطبيعية والجمعية الملكية لحماية الطبيعة بالإضافة إلى مديرية الحراج والمراعي التي تهتم بالثروة الحراجية والرعية والتي تمارس نشاطها منذ عشرات السنين. كما سنت عدة قوانين تهدف إلى حماية الثروة الحراجية والمراعي والمحافظة على المياه والتربة والحياة الحيوانية البرية.

1 - سلطة المصادر الطبيعية: أنشئت هذه السلطة في عام 1968 وحددت مسؤولياتها كما يلي:

- تخطيط وتصميم وإنشاء وتشغيل وصيانة مشاريع توريد المياه والري

وتطويرها واستقلالها والقيام بجميع الأعمال المتعلقة بها وتسوية الخلافات الناشئة عن استعمال مصادر المياه.

- تنظيم وإدارة إنشاء الأبار الارتوازية العامة والخاصة واستكشاف مصادر المياه الجوفية. ولا يجوز لأي كان أن يقوم بالحفر ما لم يكن مسجلاً لدى السلطة. كما تقوم السلطة أيضاً بمساعدة القرى والبلديات على تصريف المياه الملوثة ومياه الفيضانات والمياه المبتذلة والاستفادة منها على أفضل وجه ممكن.

- تكون السلطة مسؤولة عن تقرير السياسة العامة المتعلقة بالمياه للمملكة. ويكون الهدف الرئيسي لهذه السياسة الحفاظ على مصادر المياه في المملكة وصيانتها، بغية استقلالها لأغراض متعددة تهدف إلى رفع المستويات الاقتصادية والاجتماعية والصحية في المملكة.

- يجري في الوقت الحاضر النظر في موضوع إنشاء مجلس وطني اعلى للمياه.

ب - الجمعية الملكية لحماية الطبيعة: أنشئت هذه الجمعية بغية:

- حماية الطبيعة (الأحياء البرية والمائية والأشجار والنباتات البرية وموطنها) وذلك بالتعاون مع الجهات الأردنية المسؤولة والهيئات الدولية والإقليمية المعنية.

- المحافظة على البيئة وحمايتها من التلوث.

- العمل على إكثار الأحياء البرية والمائية بجميع الوسائل.

- العمل على إعادة أنواع الأحياء البرية والمائية التي انقرضت في المملكة وإكثارها وتأمين وسائل حماية وإكثار الأنواع المهددة بالإنقراض في موطنها.

- العمل بالتعاون مع الجهات الرسمية المختصة والمؤسسات الدولية والإقليمية المعنية على جلب أنواع جديدة من الأحياء البرية والمائية تناسبها طبيعة ومناخ البلد لزراعتها وتوطئتها وإكثارها.

- التعاون مع الجهات المعنية لإنشاء المنتزهات القومية.

- التعاون مع الجهات المختصة لحماية المظاهر الطبيعية التي تتمتع بطابع الجمال الخاص ومحاولة إبراز هذا الجمال.

- التنظيم والإشراف على رياضة الصيد والرمية في المملكة.

- توعية الجمهور بأهداف الجمعية وإشراكه في تنفيذ أهدافها بالوسائل المناسبة.

ج - قانون المراعي: وقد تكلمنا عنه بالتفصيل سابقاً بالفقرة و.

د - قانون الثروة الحراجية وحفظ التربة: وهو تابع للقانون رقم 20 لسنة 1973 المعروف تحت اسم قانون الزراعة. ويهدف إلى حماية الحراج والمحافظة عليها وإلى صيانة التربة. إن تطبيق هذا القانون والقوانين التي سبقته ساهمت إلى حد كبير في إيقاف تدهور الثروة الحراجية وتحسينها وإلى حفظ التربة والتخفيف من حدة السيول.

3.8 - الوسائل المتبعة في مكافحة التصحر

فسي

بادية الجمهورية العربية السورية

جرت دراسة الوسائل المتبعة في مكافحة التصحر في منطقة البادية في الجمهورية العربية السورية بشيء من التفصيل في الفصل السادس تحت عنوان وسائل مكافحة التصحر:

يرجى الرجوع إلى هذا البحث. ثانياً - للمحافظة على المراعي الطبيعية وتحسينها كوسيلة لمكافحة التصحر.

4.8 - الوسائل المتبعة في مكافحة التصحر

في

دولة الإمارات العربية المتحدة

يمكن تلخيص هذه الوسائل كما يلي:

1.4.8 - التشجير الحراجي الوقائي

أ - تقوم دولة الإمارات العربية المتحدة بحملة كبيرة للتوسُّع في التشجير الحراجي الوقائي بغية حماية البيئة وتحسينها وتثبيت الرمال وحماية الطرقات والمدن والبيساتين: وذلك بالرغم من الظروف البيئية القاسية السائدة في البلاد وخاصة بما يتعلق بشدَّة الجفاف وقلة المياه وغيوب التربة.

ابتدأت حملة التشجير منذ سبع سنوات تقريباً وقد تم حتى الآن تشجير ما يقارب سبعة آلاف هكتار. إن حملة التشجير ومكافحة التصحر يُلقيان رعاية عامة من قبل صاحب السمو رئيس الدولة نفسه.

ب - يجري إنشاء حزام أخضر واقٍ على جوانب الطرقات الرئيسية كافة، كالحزام الذي ينشأ على الطريق الواصلة بين أبوظبي والعين حيث تتعرض لسف الرمال المستعمر وخطر زحف الكثبان الرملية العالية على النباتات.

ينشأ الحزام بعرض 100 متر تقريباً في جهتي الطريق، وتزرع الأشجار بمسافة 7×7م بعد أن يتم تثبيت شبكة الري بالتنقيط. إن هذه الطريقة في الري هي الشائعة في الوقت الحاضر نظراً لقلة المياه. إلا أنه في بعض الأحيان يتم الري بالطريقة العادية بسقاية كل شجرة على حدة.

إن أهم الحراجية المستعملة في هذا النوع من التشجير هي التالية:

Acacia raddiana, *Acacia tartilis*, *Casuarina sp.*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Prosopis juliflora*, *Prosopis, specigira*, *Parkinsonia aculeata*, *Schinus molle*, *Tamarix articulata*, *Zizyphus spina-christi*.

وذلك تبعاً لطبيعة التربة وخاصة وجود الأملاح فيها.

إن هذه الأحرمة محمية تماماً وتلقى عناية مميزة من قبل المسؤولين والمواطنين على السواء.

إن خطة الدولة المستقبلية هي في تعميم هذه التجربة على طرق دول الإمارات العربية المتحدة كافة والتوسع في تثبيت الكثبان الرملية البعيدة نسبياً عن الطرق. لوحظ على الحزام الأخضر بين العين وأبو ظبي بعض العوارض نتيجة الملوحة في مياه الري التي تزداد باتجاه أبو ظبي. ويرجع ذلك إلى أن المياه الجوفية المستعملة في الري تزداد ملوحتها في العين باتجاه أبو ظبي حيث تزداد الناقلية الكهربائية من 2.8 مليون/سم بالقرب من العين حتى 7.00 مليون/سم في الموقع رقم 212 حتى 17 مليون/سم بالقرب من أبو ظبي في الموقع رقم 232. وهنا تظهر أعراض فيزيولوجية على الأشجار. وفي مثل هذه الشروط للملوحة لا تستطيع العيش سوى قلة من الأشجار مثل الطرفاء *Tamarix articulata* الشديدة التحمل للملوحة.

ج - في المناطق الزراعية وحول البساتين والمقاول يجري إنشاء كاسرات رياح للتخفيف من حدة الرياح والتقليل من ضياع الماء عن طريق التبخر الكلي. تبعاً للظروف المحلية، يجري استعمال الكازوارينا *Casuarina* والطرفاء *Tamarix articulata* وأحياناً الأوكالبتوس *Eucalyptus camaldulensis* الذي لا ينصح باستعماله في حماية البساتين لأنفسه الأشجار والمزروعات على الماء.

د - تكثر الدولة من إنشاء الحدائق والمنتزهات داخل المدن وحولها، وهي بذلك تساهم أيضاً في تلطيف البيئة ومكافحة التصحر محلياً.

2.4.8 - المحافظة على المياه وزيادة وفرتها

بما أن الماء في دولة الإمارات هو العامل الأساسي المحدّد في النمو الزراعي والتطوّر الاجتماعي، فإن الدولة تعيد موضوع الماء اهتماماً كبيراً. ويتجلى هذا الاهتمام في المحافظة على المياه وزيادة وفرتها، بما يلي:

أ - تهدف سياسة الدولة المائية إلى إجراء مسح شامل ودقيق للمصادر المائية كافة، السطحية منها والجوفية، وبخاصة فيما يتعلق بالملوحة.

بالنسبة للمياه السطحية تجري دراسة تدفق سبعة أودية رئيسية بغية إنشاء سدود عليها للمحافظة على المياه واستعمالها في الري وفي تغذية المياه الجوفية. كما توجد خطة لإصلاح وإعادة استعمال بقية الأقاليم (القنوات) الموجودة في البلاد.

ب - يجري استكمال شبكة كاملة لمحطات الأرصاد الجوية في كافة نواحي البلاد

لاخذ فكرة جيدة عن الأمطار وتوزعها على الأشهر وتغيراتها من سنة لأخرى ودرجات الحرارة والتبخر.

ج - تشجيع الدولة طريقة الري بالتنقيط لسقاية الأشجار الحراجية والأشجار المثمرة والخضار. وقد بدأ المزارعون باستعمالها في بساتينهم.

كما يوجه المزارعون إلى الابتعاد عن الري التقليدي بالأقنية غير المبطنة، لاسيما في الأراضي الرملية العالية النفوذية. وقد أظهرت التجارب في محطة الدقاقة وفي محطة كلبا أن أعلى نسبة من فقدان المياه نتيجة القرب في الأقنية غير المبطنة كانت 28.3 سنتيمتراً في الساعة في قناة رملية قرب المليحة. كما أن أنظمة الري هذه تسبب زيادة في ملوحة المياه الجوفية، وذلك بسبب دورة الري، لاسيما أن مصدر مياه الري هو من المنطقة التي يتم استعمالها.

يقوم مركز التجارب الزراعية في الحمرانية بإجراء تجارب حول أفضل طرق الري التي تؤدي إلى خفض كمية المياه المستهلكة والتي تمنع تملح التربة في الوقت نفسه. تستعمل طرق عديدة منها: طريقة الأثلام التقليدية - طريقة الأثلام المحسنة - الري بالتنقيط - الري بالرش - الري المظلي، buffer irrigation وتستعمل هذه الطريقة الأخيرة لأول مرة في المنطقة.

د - تحلية مياه البحر: أنشأت الدولة في أبوظبي مصنعاً لتحلية مياه البحر، وهناك خطة لإنشاء مصانع أخرى.

إن المصدر الرئيسي للمياه في أبوظبي هو المياه الناتجة من تحلية مياه البحر. تمزج المياه المزالة ملوحتها بالمياه الجوفية في العين. يبلغ إنتاج المصنع 5500 متر مكعب يومياً.

هـ - تجرى تجارب بالتعاون مع شركة يابانية في السليمات (منطقة العين، أبو ظبي) لاختبار فوائد إنشاء حاجز اسفلتي مانع لتسرب الماء في الأراضي الرملية بالنسبة لتوفير مياه الري النادرة في البلاد.

و - بغية توفير مياه الري والحد من الأشعة الشمسية، وتأثيرها في المزروعات، تجرى تجارب في العين لتظليل المزروعات بأغطية بلاستيكية مثقوبة متحركة.

3.4.8 - تشجيع الزراعة

تقوم الدولة بتشجيع الزراعة بغية زيادة الإنتاج الزراعي كماً ونوعاً، ووسيلة لمكافحة التصحر، وذلك باتباع وسائل متعددة مثل إقامة مراكز للبحوث والتجارب الزراعية ومساعدة المزارعين على تأسيس مزارع جديدة وحثهم على شراء الآلات الزراعية وإنشاء الأسيجة وحفر الآبار الخ.

ورغبة في إنتاج الخضار اللازمة للاستهلاك المحلي، قامت الدولة بعقد اتفاقية مع جامعة أريزونا في الولايات المتحدة الأميركية لإجراء التجارب على إنتاج الخضار داخل خيام بلاستيكية. وقد أنشئ مركز لأبحاث الأراضي القاحلة في عام 1969 في جزيرة السعديات في أبو ظبي يتولى الإشراف على هذه التجارب بالتعاون مع جامعة أريزونا.

يعد سبع سنوات من التجارب استطاع المركز أن يستتبط أفضل الطرق لزراعة الخضار في الخيام البلاستيكية من النواحي الفنية والاقتصادية.

ونظراً لأهمية هذه الدراسات بالنسبة للزراعة في ظروف بيئية خاصة، نبين فيما يلي مبدأ هذه الزراعة والنتائج التي تم الحصول عليها:

1 - الزراعة في الخيام البلاستيكية في السعديات (أبو ظبي)

1 - الأهداف

يهدف مشروع السعديات إلى إجراء دراسة لأفضل السبل لإنتاج الخضار لتلبية حاجة الأسواق المحلية في ظروف بيئية خاصة، أهمها: عدم توفر المياه العذبة ووجود أراضٍ رملية كلسية فقيرة جداً.

2 - مكونات المشروع

يتألف المشروع من:

- محطة لتحلية مياه البحر طاقعتها الإنتاجية 60 ألف غالون يومياً، مع ما يلزم من أنابيب لسحب مياه البحر، ومخازن للمياه العذبة سعة كل واحد 360 ألف غالون.
- هكتارين من المزارع المغطاة بالبلاستيك (أربع مزارع كبيرة و48 مزرعة صغيرة).
- ثلاث مجموعات لتوليد الكهرباء، قوة كل مجموعة 400 كيلواط.
- مكاتب ومخازن ومختبر للتحليل.

3 - مبدأ الزراعة

إن نمط الزراعة المطبق يخفف إلى حد كبير من الشروط البيئية السيئة المعاكسة لنمو المحاصيل مثل شدة الحرارة وقلة المياه وفقرة التربة الشديد بالعناصر الغذائية، ويؤمن بيئة نموذجية للنمو مما ينتج عنه إنتاج مكثف على مدار العام من الخضار الطازجة ومن نوعيته الممتازة.

للوصول إلى هذه الاهداف في ظروف شاطئية يجب أن تتوفر ثلاثة عوامل رئيسية هي: القدرة والماء والغذاء.

تؤمن القدرة عن طريق محركات ديزل، ويستفاد من الحرارة الضائعة والنااتجة من عمل المحركات لتحلية مياه البحر. يؤمن الغذاء عن طريق تحليل أسمدة في مياه الري، تحتوي على العناصر الأساسية الكبرى والصغرى. يُضخ المحلول الغذائي إلى المزارع بواسطة أنابيب بلاستيكية ذات قياسات مختلفة تتوزع في كل أنحاء المزرعة. يجري الري بالتنقيط للتخفيف من استهلاك الماء. ومن الجدير ذكره هنا أن الزراعة تتم في الأرض نفسها المؤلفة من رمال كلسية ناعمة القوام، فاتحة اللون، وتحتوي على أكثر من 90% من كربونات الكالسيوم مع 600 جزء بالمليون من الاملاح القابلة للتحليل (المنحلة) $pH = 8.2$.

دلّت الدراسات أن أفضل أس هيدروجيني (PH) للمحلول الغذائي المستعمل هو 6.6 وذلك لتجنب تشكل تكتلات صخرية نتيجة تفاعل المحلول الغذائي إذا كان حامضاً مع الرمال القلوية.

تغطي المزارع بالبلاستيك الشفاف، ويتم التحكم بالضوء والحرارة عن طريق رش الغطاء البلاستيكي بمادة بيضاء اللون لتخفيف كمية الحرارة والضوء الناتجين من الإشعاع الشمس.

لتلطيف جو المزرعة يتم تركيز مصفاة على جانبي المزرعة حيث تسيل عليها مياه البحر الباردة. ويمر عليها الهواء الداخل إلى المزرعة فيفقد حرارته وتعتدل حرارته، كما تثبت مراوح في سقف كل مزرعة لطرد الهواء الحار.

4 - الإنتاج

يعطي مشروع السعديات إنتاجاً سطحياً يعادل مئة طن من الخضار في الهكتار، ويعتقد المشرعون على هذا المشروع أنه إذا أخذت بالحسبان مصاريف الزراعة فقط في المركز، فإن هذا النمط من الزراعة يمكن أن يكون اقتصادياً في ظروف الإمارات العربية المتحدة، وهم ينصحون بتعميم هذا النمط من الزراعة في البلد.

4.4.8 - حماية المراعي الطبيعية وتحسينها

بشكل عام خف الضغط إلى حد كبير على المراعي الطبيعية وقطع الأشجار واقتلاع الشجيرات للوقيد خلال السنوات الأخيرة. ويعود ذلك إلى لجوء المواطنين إلى البترول للوقيد من جهة، وإلى انشغال البدو بأعمال أخرى من جهة ثانية. وفي كثير من المناطق يُلاحظ بوضوح توقف تدهور النبت الطبيعي وتحسن حالة الغطاء

النباتي كما هو الحال في منطقة مشروع مليحة بعد أن وفرت الحماية لفترة محدودة من الزمن.

إن متابعة حماية المراعي الطبيعية وتخفيف الضغط عليها يؤديان خلال فترة زمنية قصيرة إلى تحسين حالة الغطاء النباتي الذي سيساهم في تحسين النبت الطبيعي للكثبان الرملية التي كانت تعتبر في الماضي مناطق رعوية جيدة الغطاء، إلا أنها أصبحت بتدهور شديد وتنتج من ذلك تحرك الرمال وتشكل الكثبان الرملية وغزوها للأراضي الزراعية والمدن.

إن الاتجاه الحالي يعتمد أيضاً على تحسين حالة النبت الطبيعي في مناطق المراعي الطبيعية عن طريق إدخال نباتات عشبية وشجيرات علفية جفافية.

إن حماية مناطق المراعي الطبيعية في منطقة الكثبان الرملية ستؤدي بالاشتراك مع الحزام الأخضر الوقائي حول الطرقات والمدن (والذي هو قيد الإنشاء) إلى الحد من حركة الكثبان الرملية.

إن الكثبان المثبتة والحزام الأخضر ستشكل منطقة طبيعية وقائية ذات فعالية كبيرة في حماية البيئة ومكافحة التصحر.

5.4.8 - إنشاء المنتزهات (الحدائق) القومية

تهتم دولة الإمارات العربية المتحدة بإنشاء المنتزهات القومية كوسيلة للمحافظة على البيئة وحماية الحياة البرية النباتية والحيوانية وكمنتزهات للمواطنين، وقد تم إنشاء منتزهات مشرف والهباب وحديقة الغزلان في العين.

وهناك اهتمام بإعادة إدخال الغزلان إلى المنتزهات حيث تجري تربيتها بعد أن أوشكت على الإنقراض من المنطقة.

6.4.8 - مشاريع وزارة الزراعة والثروة المائية وعلاقتها بمكافحة التصحر

إن عدداً من مشاريع وزارة الزراعة والثروة المائية له ارتباط مباشر بمكافحة التصحر نلخصها فيما يلي:

- حفر الآبار لزيادة وفرة المياه.
- مسح التربة ومصادر المياه في البلا.
- إدارة موارد التربة والمياه.
- تحريج الكثبان الرملية.
- استكمال محطات الرصد الجوي.

- المشروع التجريبي للري في منطقتي الساق بكبا وفليج والملا بأم القيوين.
- المشروع التجريبي للري بالتنقيط في دبا بالفجيرة والنخيل برأس الخيمة.
- المشروع الرائد لإنتاج الفواكه في الساحل الشرقي.
- المشروع الرائد لإنتاج المحاصيل في ساحل المدام.

5.8 - توصيات لتطوير مكافحة التصحر

في العالم العربي

نورد فيما يلي بعض التوصيات التي يمكن أن تساعد في تطوير مكافحة التصحر في العالم العربي ودفعها إلى الأمام.

1.5.8 - توصيات في مجال التخطيط

بالنسبة للمناطق الجافة وشبه الجافة والتي تتميز بأنظمة بيئية رقيقة يجب أن يهدف التخطيط إلى الحصول على إنتاج معقول ولكن مستمر على المدى الطويل، بدلاً من الحصول على إنتاج كبير على المدى القصير يؤدي حتماً إلى تدهور متسارع لهذه الأنظمة البيئية. إن التخطيط الطويل والمتوسط المدى لتنمية المناطق الجافة ونصف الجافة يتطلب ما يلي:

- أ - إجراء مسح شامل للموارد الطبيعية.
- ب - إعداد الاختصاصيين في كافة مجالات تنمية المناطق الجافة ونصف الجافة عن طريق توجيه البرامج في الجامعة لتشمل إدارة واستغلال المناطق الجافة.
- ج - إنشاء خرائط نباتية تكون أساساً لوضع سياسة رعوية مبنية على حقائق بيئية.
- د - تنشيط الأبحاث العلمية المرتبطة بالمناطق الجافة وخاصة بما يتعلق بالموارد الطبيعية وطرق استغلالها أفضل استغلال وبالأنواع الاجتماعية والاقتصادية، والاتجاه نحو إجراء دراسات متعددة التخصصات لاستثمار المناطق الجافة بشكل متكامل يأخذ بعين الاعتبار الإمكانيات البيئية والبشرية والأنواع الاقتصادية.
- هـ - توثيق التعاون بين المؤسسات العلمية والفنية القومية والإقليمية والدولية المهمة بالمناطق الجافة.
- و - وضع خطط إقليمية لحماية وتنمية المناطق الجافة ونصف الجافة تساندها الحكومات القطرية والمؤسسات الدولية وجامعة الدول العربية.

- ز - إجراء تقييم للطرق التقليدية المستعملة في المنطقة منذ القديم لاستغلال الموارد الطبيعية.
- ح - الاهتمام بتشكيل لجان وطنية في كل دولة تتألف من ممثلين عن المؤسسات الإدارية والعلمية والتقنية المهمة بالتصحر، يكون هدفها تنسيق وتقوية كل النشاطات المتعلقة بالتصحر في البلد. يجب أن يتم تشكيل هذه اللجان بأكبر سرعة ممكنة للإشراف على وضع الخطط وتحديد الأولويات.

2.5.8 - توصيات في مجال المراعي الطبيعية:

- 1 - إنشاء «مصلحة للبادية» تكون مسؤولة عن التنمية المتكاملة للبادية في البلاد التي تلعب فيها البادية أهمية خاصة.
- ب - تنشيط الأبحاث المتعلقة بدراسة: النبت الطبيعي وتطوره تحت تأثير الرعي - حموله المراعي تبعاً للمواقع البيئية - تحسين المراعي عن طريق البذر الاصطناعي وزراعة الأشجار العلفية - الأنواع والأنماط البيئية ecotype المحلية وخصائصها البيئية والعلفية.
- ج - الاستفادة من المياه السطحية على أحسن وجه.
- د - تنظيم استغلال المراعي بشكل يسمح بالحفاظ عليها كاتباغ نظام الجمعيات التعاونية الرعوية.
- هـ - الاهتمام بالدراسات الاجتماعية الخاصة بسكان البادية.
- و - الاهتمام بإعداد اختصاصيين بإدارة وتنمية المراعي الطبيعية عن طريق تقوية البرامج في الكليات والمعاهد المتوسطة وافتتاح تخصصات عالية في بعض الكليات المهية لذلك.
- ز - إقامة مراكز تدريب لإدارة وتنمية المراعي الطبيعية.
- ح - استصدار تشريعات خاصة بالحماية واستغلال المراعي الطبيعية في الدول التي لا تتوفر عندها مثل هذه التشريعات بعد.

3.5.8 - توصيات في مجال تنمية الموارد المائية

- 1 - إجراء مسح كامل للمصادر المائية السطحية والجوفية. ويمكن أن يتم ذلك بالتعاون بين دول المنطقة والمنظمات العربية والدولية.
- ب - وضع سياسة مائية متكاملة، في كل بلد، تتعلق باستعمال الماء للرعي والشرب.
- ج - تنشيط الأبحاث المتعلقة بالاستعمال الأمثل للمياه في الرعي.
- د - إجراء دراسات حول أفضل الوسائل للاستفادة في الزراعة من المياه السطحية في الأراضي القليلة الانحدار.

هـ - التعاون بين دول المنطقة فيما يتعلق بدراسة واستغلال الطبقات الخازنة للمياه الرئيسية في المنطقة.

و - إجراء تجارب حول التخفيف من فقدان المياه عن طريق التبخر من الأحواض والبحيرات المائية والمساحات المكشوفة الأخرى عن طريق تغطيتها بأجسام عازلة عائمة.

ز - دراسة أفضل السبل لاعادة تخزين المياه الجوفية اصطناعياً.

4.5.8 - توصيات خاصة بمناطق الزراعة المروية

الاهتمام بتطبيق الطرق التكنولوجية الحديثة الملائمة من النواحي البيئية والاجتماعية والاقتصادية في إدارة الأراضي المروية في المناطق الجافة ونصف الجافة، وذلك لتلافي ازدياد ملوحة وقلوية التربة وانخفاض نفوذيتها، واستصلاح التربة المتدهورة بغية استعمالها في الزراعة المروية عندما تشكل هذه الزراعة النمط الملائم لاستثمار الأراضي.

5.5.8 - توصيات خاصة بمناطق الزراعة المطرية

١ - تشجيع اتباع دورة زراعية: حبوب - بقول (الحب أو العلف) مع إدخال تربية الحيوان في النظام الزراعي. إن هذا التحول في النمط الزراعي يتطلب طبعاً تحديث نظم الإنتاج، ألا أنه يمكن أن يؤدي خلال 10 إلى 15 سنة إلى تغيير شامل (نحو الأفضل) على مستوى الزراعة من جهة ومستوى السكان من جهة أخرى.

ب - إجراء تجارب حول تغطية التربة للتخفيف من تبخر الماء والمحافظة على التربة.

ج - الاستفادة إلى حد أعلى من مياه الأمطار المتوفرة وتغيراتها السنوية عن طريق:

- استنباط أصناف زراعية متكيفة مع الشروط البيئية السائدة وعالية الإنتاج والقيمة الغذائية وذلك بالتعاون بين مراكز البحوث القومية والإقليمية والدولية.

- دراسة أفضل الوسائل لتحضير الأرض للزراعة والتسميد.

د - إجراء دراسات تتعلق بالاستفادة من الطاقة الشمسية والطاقة الناتجة من الرياح.

هـ - تقوية البرامج المتعلقة بالزراعة المطرية في كليات الزراعة والمعاهد المتوسطة.

و - الاهتمام بمراقبة جمع البقايا النباتية ومخلفات الحيوانات لاستعمالها للوقيد والعمل على إيجاد مصدر آخر للطاقة في الريف.

6.5.8 - توصيات خاصة بالثروة الحراجية

- أ - العمل على استصدار قانون لحماية الثروة الحراجية في البلاد التي لا تملك بعد مثل هذا القانون.
- ب - تقوية البرامج المتعلقة بدراسة الغابات والتشجير الحراجي في المناطق الجافة ونصف الجافة في المعاهد والكلية.
- ج - الاهتمام بالزراعة المروية للأشجار الخشبية السريعة النمو كالخوص، لإنتاج المادة الخشبية والتخفيف في الوقت نفسه من الضغط على غابات المناطق المجاورة وخاصة نصف الجافة منها.
- د - الاهتمام بالدراسات الخاصة بالأشجار والشجيرات المقاومة للجفاف التي يمكن استعمالها في التشجير الوقائي.

7.5.8 - توصيات في مجال استعمال الأراضي

العمل على إدخال طرق جديدة لاستعمال الأراضي تستند إلى الشروط البيئية وإلى المعطيات الاقتصادية إذ إن ذلك هو الأسلوب الذي يسمح بحسن استغلال الأرض مع عدم الإضرار بالبيئة. إن اتباع هذا النهج في استغلال الأراضي يتطلب إجراء دراسات عن درجات خصوبة التربة والمناخ والمياه... الخ، كأساس لوضع منهج وطني لاستعمال الأراضي. يمكن أن تجرى هذه الدراسات على المستويين الوطني والإقليمي. إن وضع مثل هذا المنهج لاستعمال الأراضي يعتبر من أهم الوسائل في المحافظة على البيئة ومكافحة التصحر.

8.5.8 - توصيات في المجالين الاجتماعي والتربوي

- أ - الاهتمام بوضع سياسة مناسبة في كل دول المنطقة بخصوص الكثافة السكانية في المناطق المصابة بالتصحر أو المعرضة للإصابة في المستقبل، وهجرة السكان من هذه المناطق واستيطانهم.
- ب - الاهتمام بالدراسات الاجتماعية الخاصة بسكان المناطق الجافة ونصف الجافة وبخاصة البدو.
- ج - الاهتمام بوضع برنامج قطري وإقليمي لتحسين الحالة الصعبة لاهالي المناطق المصابة بالتصحر.
- د - القيام بحملة إعلامية تربية في كل دول المنطقة على مستوى المسؤولين والشعب عن أخطار التصحر من النواحي الاجتماعية والاقتصادية وكذلك عن ضرورة مساهمة المواطنين في حسن استغلال الموارد الطبيعية ومكافحة التصحر.

الفصل التاسع

9 - ملخص عن خطة العمل لمكافحة التصحر
التي أقرها مؤتمر الأمم المتحدة المعني بالتصحر
في نيروبي 1977

خطة العمل لمكافحة التصحر التي أقرها مؤتمر الأمم المتحدة المعني بالتصحر في نيروبي 1977

وافق مؤتمر الأمم المتحدة المعني بالتصحر الذي عقد في نيروبي (كينيا) في 29 آب/ أغسطس - 9 - أيلول/سبتمبر 1977 على خطة عمل تطبق على المستويات الدولية والإقليمية والوطنية لمكافحة التصحر.

ونظراً لأهمية هذا المؤتمر دق ناقوس الخطر بالنسبة للإنسانية من جهة، وأهمية القرارات والتوصيات التي اتخذت في مجال مكافحة التصحر من جهة أخرى، نقدم فيما يلي موجزاً عن خطة العمل والتوصيات التي اتخذت للعمل على المستوى الوطني والإقليمي، ومستوى العمل والتعاون الدوليين، وذلك للعمل المبدئي الفوري.

1.9 - أهداف خطة العمل لمكافحة التصحر

- إن الهدف المباشر لخطة العمل على مكافحة التصحر هو منع ووقف اندفاع التصحر، واستصلاح الأرض المتصحرة واستعادة إنتاجيتها حيثما أمكن ذلك. أما الهدف النهائي فهو إحياء خصوبة الأرض والمحافظة عليها في حدود الإمكانات البيئية في المناطق الجافة وشبه الجافة وشبه الرطبة وغيرها من المناطق المعرضة للتصحر بغية رفع مستوى معيشة سكانها. لذلك ينبغي أن تحتل حملة مكافحة التصحر مكان الصدارة في الجهود التي تستهدف تحقيق الإنتاجية المثلى الثابتة. ويعني تنفيذ خطة العمل هذه بالنسبة للدول التي تأثرت بالتصحر شيئاً أكثر من مجرد خطة ضد التصحر. إنه يمثل في تلك الدول جزءاً أساسياً من جبهة عريضة للعمل من أجل التنمية وتوفير متطلبات الإنسان الضرورية.

- ليست هناك حلول سريعة ممكنة لمشكلة التصحر، ولكن المشكلة ملحة في

مناطق كثيرة. وهي تتطلب التقويم والمراجعة المستمرين والتخطيط البعيد المدى والإدارة الرشيدة على كل المستويات، بتدعيم يوفره التعاون الدولي. وينبغي أن تبدأ مثل هذه البرامج دون إبطاء، حتى ولو كانت طويلة الأجل. وهناك حلول تقنية متاحة حالياً في كثير من الحالات، ولكن تطبيقها قد تعيقه بعض العوامل الاجتماعية والقانونية، وأحياناً عوامل تنظيمية. ومع ذلك، ففي الدول النامية يمثل نقص الموارد المالية أحد العوائق الكبرى أمام تطبيق هذه الحلول.

– إن عملية التنمية والتغيرات السكانية والتكنولوجيات المستخدمة والإنتاجية البيولوجية هي عناصر يعتمد كل منها على الآخر، لذلك فإن أفضل الوسائل للتخفيف من آثار التصحر على النظم البيئية المنتجة هي تلك التي تأخذ في الاعتبار هذه العناصر كافة، أي أن الجهود التي تبذل لمكافحة التصحر ينبغي أن تكون جزءاً من برنامج شامل لدفع عجلة التقدم الاجتماعي والاقتصادي. لقد عبّرت الأمم المتحدة عن أمل مشترك هو تحسين مستويات المعيشة وتوفير المتطلبات الإنسانية الأساسية لجميع الشعوب وخاصة في الدول النامية. ويتجلى هذا الأمل في ميثاق الأمم المتحدة، وفي الإعلانات الدولية والقرارات والتوصيات التي صدرت وخاصة في العقد الأخير، ولاسيما في الإعلان الخاص بوضع نظام اقتصادي دولي جديد وبرنامج العمل المتعلق به، وفي ميثاق الحقوق والواجبات الاقتصادية للدول، وفي استراتيجية التنمية الدولية التي أقرتها الأمم المتحدة للعقد الثاني للتنمية، وفي الإعلان الخاص ببيئة الإنسان، وأخيراً في خطط العمل التي أقرتها مؤتمرات الأمم المتحدة عن العلم والتكنولوجيا، وبيئة الإنسان، والسكان، والغذاء، والمرأة، والتجارة والتنمية، والمستوطنات البشرية، والماء. وتمثل كل هذه خطوات اتخذها المجتمع الدولي لوضع البرامج الأساسية للتنمية في أوسع معانيها. ولتحقيق النجاح للجهود الموجهة نحو مكافحة التصحر، ينبغي أن ينظر إليها باعتبارها عنصراً مكملاً في إطار هذا الجهد الأكبر من أجل التقدم الاجتماعي والاقتصادي.

– يبدو التصحر عادة كتهديد للأرض والماء والموارد الطبيعية الأخرى تحت وطأة الاجهاد البيئي. ويدل التدهور على أن الأنشطة الجارية غير مناسبة، إما في درجتها أو في نوعيتها. وقد ترجع هذه الأنشطة إلى نقص في المعارف أو الخبرة البيئية، أو إلى نقص في البدائل، أو إلى محاولة الحصول على أكبر ربح في وقت قصير على حساب الإنتاجية في المدى البعيد. ومع إدراكنا أن الطول ربما تكمن في نهاية الأمر في التعليم والتقدم الاجتماعي والاقتصادي وتنظيم النمو السكاني ليتوافق مع الموارد، فإننا نجد أن الحلول القريبة والعاجلة تركز على ترشيد استخدام الأرض. ويتضمن ذلك عناصر ثلاثة: (1) حصر الموارد المحلية وتقييم طاقاتها وإمكاناتها، (ب) تحديد الاستخدامات المفضلة على أساس إمكانات الموارد والأهداف والضوابط

الاجتماعية والاقتصادية، (ج) إنشاء جهاز يتولى تطبيق الخطة التي تسفر عنها الدراسة للإستخدام الأمثل للموارد الطبيعية وإصلاحها وحمايتها.

وبينما نجد غالباً أن المياه والتربة وغيرها من الموارد المادية والحيوية هي العوامل الطبيعية المتحركة، نجد أن النظم الاجتماعية والسياسية وغيرها من النظم الإنسانية المتصلة بوضع القرارات وتنفيذ الخطط وعدم توفر مصادر التمويل المتاحة، تشكل عوائق ضخمة لعمليات التنمية ومنع التصحر وإعادة إعمار الأراضي التي أصابها التصحر. لذلك تهتم خطة العمل لمكافحة التصحر اهتماماً أساسياً بالمشكلات الاجتماعية والاقتصادية التي تعترض الإدارة الرشيدة للموارد الطبيعية. ولما كانت إدارة الموارد الطبيعية عنصراً حاسماً في أية استراتيجية للتنمية المادية أو الاقتصادية أو الاجتماعية، فإن اتباع سياسات رشيدة في إدارة الموارد الطبيعية مسألة أساسية بالنسبة لسنائر الأنظمة البيئية لو أردنا النهوض بإنتاجيتها والمحافظة على هذه الإنتاجية.

إن التوصيات الواردة في هذه الخطة والمتصلة بتقييم الموارد الطبيعية وحسن إدارتها قابلة للتطبيق بصفة عامة، ولكنها تركز في إطار الخطة على المناطق المعرضة للتصحر، والمناطق المصابة بالتصحر التي يرجى تجديدها إلى حد ما.

- تختلف مسببات التصحر في مختلف المناطق المصابة من العالم تبعاً لاختلاف خصائصها البيئية وتطلعاتها وبنيتها الاجتماعية والاقتصادية. وقد يتطلب الأمر في كل منطقة منهجاً متميزاً للتصدي لقضايا التصحر. وإذا تَرُتسم خطة العمل بالدرجة الأولى في حسن إدارة الموارد الطبيعية، توصي بأساليب لتحديد الأولويات في العمل لمكافحة التصحر، إلا أنها تترك التحديد الفعلي لهذه الأولويات إلى الخطط والسياسات الوطنية. ومع ذلك هناك بعض من مشاكل التصحر تتجاوز الحدود الوطنية، وهنا تستهدف الخطة تقوية الإمكانيات الإقليمية والدولية وتوفير التعاون الدولي الفعّال عند الاقتضاء.

2.9 - المبادئ الأساسية التي تسترشد

بها خطة العمل لمكافحة التصحر

- 1 - تتفق جميع عناصر العمل مع أحكام ميثاق الأمم المتحدة.
- ب - يركز البحث على التطوير الفوري للمعارف العلمية المتاحة وتطبيقها، وخاصة في تنفيذ الإجراءات الإصلاحية العاجلة لمقاومة التصحر، وعلى توعية الناس والمجتمعات المتأثرة بالتصحر لإدراك المشكلة، ووضع برامج للتدريب بالتعاون مع المنظمات الدولية مثل اللجنة الدولية الدائمة لمكافحة الجفاف في منطقة الساحل،

ومنظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة (اليونسكو) من خلال برنامجها للإنسان والمحيط الحيوي، ومنظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة من خلال برنامجها للإدارة البيئية للمراعي القاحلة وشبه القاحلة.

ج - يمكن مفتاح النجاح في مكافحة التصحر في تحسين استخدام الأرض، مما يتطلب التقييم والتخطيط وحسن الإدارة على أساس تطبيق المبادئ البيئية المعروفة على المناطق المعرضة للتصحر.

د - يأخذ تحسين استخدام الأرض في الاعتبار أمرين أساسيين، أولهما اجتماعية وقرع ثوبات الجفاف في مناطق الأراضي الجافة، وثانيهما ضعف إمكاناتها الحيوية الطبيعية بصفة عامة.

هـ - تدرج الإجراءات المتكاملة لاستخدام الأرض نحو إعادة الكساء الخضري إلى الأرض الهامشية، مع الاستفادة بوجه خاص من أنواع النباتات والحيوانات المتأقلمة مع البيئة.

و - عندما تقتضي إعادة الكساء الخضري تخفيف حدة الضغوط البشرية، تتخذ إجراءات تعويضية مؤقتة لتوفير إمدادات بديلة من الطعام والوقود.

ز - تتخذ الخطة كبرنامج عمل فعال وشامل ومنسق لمكافحة التصحر، ويتضمن ذلك تدعيم الإمكانات العلمية والتكنولوجية والإدارية المحلية والوطنية في المناطق المعنية.

ح - تستهدف كافة الإجراءات بالدرجة الأولى رفاهية وإنماء الشعوب المتأثرة أو المعرضة للتأثر بالتصحر.

ط - تتفق الجهود المبذولة مع برامج أوسع للتنمية والتقدم الاجتماعي، وتشكل جزءاً من هذه البرامج.

ي - يركز التنفيذ على أساس إدراك الفروق الاجتماعية - الاقتصادية والبيئية والحضرية في المناطق المهددة، والحاجة الملحة إلى مرونة وإيجابية ردود الفعل.

ك - تتفق برامج البحوث الإضافية اللازمة لتوضيح بعض القضايا الأساسية التي يحتاج حلها إلى مزيد من المعارف العلمية، مع تدعيم الإمكانات العلمية والتكنولوجية في المناطق المتأثرة بالتصحر.

ل - تبحث تعاملاً الوسائل التقليدية لاستخدام النباتات والحيوانات البرية كطعام ووقود أو كمكونات أخرى، مما لا يظهر عادة في إحصاءات التسويق الرسمية، باعتبارها أحد الموارد الهامة.

م - يقتضي تحقيق الخطة تجميع موارد جهاز الأمم المتحدة للإنطلاق بالخطة، وتنفيذ برنامج عالمي متكامل للتنمية والبحوث وتطبيق العلم والتكنولوجيا في حل مشكلات التصحر الخاصة.

ن - ينبغي أن يأخذ حسن إدارة موارد الأرض والمياه في الاعتبار عدة مبادئ بيئية هي:

- ينبغي أن تدار الأراضي باعتبارها وحدات بيئية جامعة، مثال ذلك: المقسم المائي ككل، ومجموع العشائر النباتية والحيوانية، وأي منطقة ما باعتبارها مركباً واحداً من عدة تضاريس تفصيلية.

- ينبغي أن يتفق توقيت استخدام الأرض مع تذبذبات الأحوال الجوية.

- ينبغي أن يخصص استخدام الأرض للحصول على الإنتاجية المثلث الثابتة للأرض، أي أن يكون الاستخدام متوافقاً مع الإمكانيات.

س - يوجه اهتمام خاص نحو الاستفادة من الخبرة والمعرفة والمهارة المحلية في تنفيذ توصيات الخطة على المستوى القومي في الدول المعنية.

ع - رغم الحاجة الماسة للسكان المتأثرين حالياً بالتصحر إلى إجراءات غوث قصيرة المدى، لا ينبغي الإبطاء في بدء اتخاذ إجراءات الإصلاح بعيد المدى، ذلك لأن تكاليف الوقاية أقل من تكاليف العلاج.

ف - ينبغي الاهتمام بتقييم المشكلات البيئية الجانبية التي قد تترتب على الإجراءات التي تستهدف علاج التصحر، وكذلك آثار الأنشطة الإنمائية التي تجري خارج المنطقة المتأثرة بالتصحر.

ص - ينبغي الاهتمام بتوفير المرافق والمساكن الكافية للناس الذين يعيشون في ظل ظروف جديدة خلقتها برامج مكافحة التصحر.

ق - ينبغي الاهتمام بالصيانة الواجبة والاستخدام الرشيد لموارد المياه في كل منطقة، مع مراعاة المشاركة العادلة والمتكافئة في مياه الأنهار والبحيرات ومستودعات المياه الجوفية الدولية المشتركة، وكذلك نقل فائض المياه فيما بين الأحواض إذا كان ذلك مناسباً من الناحية البيئية ولازماً لمنع التصحر.

ر - إن إنتاجية جميع الموارد المتاحة والقابلة للتجديد بما فيها الغابات والحياة البرية ومصائد الأسماك يجب أن تبلغ الحد الأمثل، وأن تدار على أساس عائد محصولي يتميز بالثبات.

- من المتوقع أن تنهض الحكومات بمهام تنفيذ خطة العمل لمكافحة التصحر.

3.9 - توصيات مؤتمر التصحر للعمل الوطني والإقليمي

- اقترح مؤتمر التصحر 1977 مجموعة من التوصيات للعمل الوطني والإقليمي المشترك لمجابهة مشكلة التصحر الضخمة التي لا يمكن لتوصية واحدة أن تنجح في مجابهتها. والطريق الوحيد لمنع وقف التصحر واستعادة الإنتاجية للمناطق التي تصحرت بالفعل، هو اتخاذ مجموعة من الإجراءات المتكاملة. والتكامل يعني أن

ينظر إلى جميع التوصيات باعتبارها شبكة من العلاقات المتبادلة عديدة الأبعاد. والطريقة المثلى هي تنفيذ جميع التوصيات جملة واحدة. إلا أن العديد من الدول، لسوء الحظ لا يملك الموارد الكافية لعمل ذلك. وهنا يجب مواجهة الاختيارات الصعبة لتخصيص الموارد المحدودة وتوزيعها على برامج العمل، إذ يجب وضع الأولويات الوطنية قبل تخصيص الموارد المالية والتقنية لتنفيذ البرامج.

- من المعروف أن الدول التي تأثرت أو المرجح تأثرها بالتصحر تتفاوت بالنسبة لتقديرها للمشاكل التصحر وقدراتها على التصدي لها. ويقدر الوعي القومي والإجراءات التي اتخذت من قبل، يكون بإمكانها متابعة الجهود في تسلسل معين لمكافحة التصحر في المستقبل، مساهمة بذلك في الحملة في مرحلة مناسبة. ويمكن أن يكون تسلسل المراحل كما يلي:

- 1 - يجب أولاً تحديد مدى التصحر وتأثيره عن طريق:
 - تدعيم أو إنشاء جهاز وطني لتقييم التصحر ورصده.
 - تحديد المعايير لتعريف وتقييم التصحر ومسبباته.
 - تقييم المشكلة على أساس المعايير والتقنيات الموضوعية، وعلى وجه الخصوص تحديد استخدامات الأرض التي تؤدي للتصحر وفي أي المناطق تؤدي إليه.
- ب - في حالة وجود مشكلة واضحة يتبع الآتي:
 - وضع وتنفيذ البرامج على نحو ما هو موضح في خطة العمل لمكافحة التصحر.
 - وضع نظام لرصد المشكلة.
- ج - في حالة البرامج الإصلاحية التي بدأت بالفعل يتبع الآتي:
 - رصد تقدم تلك البرامج وتقييم جدواها.
 - نشر المعلومات المتعلقة بالموضوع في المجتمع الدولي.

1.3.9 - التوصيات المتعلقة بتقييم التصحر وتحسين إدارة الأرض

التوصية الأولى

يوصى بتقييم التصحر وعمليات التدهور المؤدية إليه، وذلك في الأحوال التي لم يتم فيها بعد مثل هذا التقييم، ويقدر مدى تأثير تلك العمليات على الناس والعناصر الطبيعية للبيئة (الأرض والماء والهواء)، وعلى المنتجات النباتية والحيوانية للأرض والماء في المناطق المتصحرة أو المرجح تصحرها، وذلك باستخدام البيانات المتوفرة فعلاً كخطوة أولى، مع القيام بعمليات مسح جديدة عند الاقتضاء، بغية تحديد الأولويات للمشروعات والبرامج الوطنية أو المحلية في المناطق التي يتهدد فيها التصحر السكان أو الموارد تهديداً مباشراً. كما يوصى بوجوب تطبيق معايير

متشابهة لتقييم التصحر في جميع المناطق التي تتعرض لتهديد التصحر كلما كان ذلك مناسباً من الناحية العملية.

التوصية الثانية

يوصى في المناطق المتصحرة أو المعرضة للتصحّر، بوجود تطبيق تخطيط وإدارة استخدام الأرض المبنيّين على الأساليب البيئية السليمة، والمتفقين مع العدالة الاجتماعية دون تعارض مع برامج التنمية الاقتصادية والاجتماعية.

التوصية الثالثة

يوصى أن تكون مشاركة الجمهور عنصراً متكاملأً مع عناصر منع التصحر ومكافحته، ومن ثم لا بد من أن نأخذ في اعتبارنا حاجات الناس وحكمتهم وتطلعاتهم.

2.3.9 - التوصيات الخاصة بربط التصنيع والتحصّر بالتنمية الزراعية وأثرها في المناطق القاحلة

التوصية الرابعة

يوصى باتخاذ الخطوات اللازمة، في إطار برنامج وميزانية برنامج الأمم المتحدة لشؤون البيئة UNEP، بالتعاون مع برنامج الأمم المتحدة للتنمية UNDP ومنظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية UNIDO ومنظمات الأمم المتحدة المناسبة الأخرى، وكذلك الدول التي يعينها الأمر لتنفيذ ما يلي:

- 1 - دراسة وتعميم الخبرة الإيجابية والسلبية، المحلية والعالمية، عن الدور الذي يلعبه التصنيع والتحصّر تحت الظروف الاجتماعية والاقتصادية المختلفة في تغيير الوضع البيئي وتكثيف أو منع أو تجنّب عمليات التصحر في المناطق القاحلة.
- 2 - النظر في جدوى تنظيم وعقد عدة لقاءات إقليمية واجتماع عالمي واحد تحت إشراف وعلى نفقة برنامج الأمم المتحدة لشؤون البيئة فيما بين سنوات 1978-1980، وذلك لمناقشة الخبرة الوطنية والإقليمية والعالمية لربط التنمية الصناعية والتحصّر في المناطق القاحلة بزراعة المحاصيل، وتربية الحيوان، والزراعة المروية والتجريح.
- 3 - تزويد دول المناطق القاحلة النامية بالمشورة العلمية المنتظمة بشأن دراسة وتخطيط برامج التنمية الصناعية والحضرية في المناطق القاحلة، إذا رغبت الدول المعنية في ذلك.
- 4 - نشر التقارير والدراسات التي توضح كيفية نجاح سكان دول المناطق القاحلة في دعم التنمية الاقتصادية والاجتماعية مع المحافظة على البيئة.

3.3.9 - التوصيات المتعلقة بالإجراءات الإصلاحية لمقايمة التصحر

التوصية الخامسة

يوصى بأن تتضمن إجراءات مكافحة التصحر تخطيطاً فعالاً وسليماً من النواحي الاجتماعية والاقتصادية والبيئية، وأن تتضمن تنمية وإدارة الموارد المائية.

التوصية السادسة

يوصى بوجوب اتخاذ الإجراءات لمنع التصحر وتحسين حالة أراضي الرعي المتدهورة، وتطبيق النظم المناسبة لإدارة أراضي الرعي والثروة الحيوانية والحياة البرية، ووضع نظم متنوعة ومتكاملة للإنتاج، وتحسين الظروف المعيشية لسكان هذه المناطق.

التوصية السابعة

يوصى بأن تتخذ إجراءات شاملة لصيانة المياه وصيانة وتحسين التربة، والاستخدام الرشيد لرطوبة التربة بغرض منع ومكافحة التصحر في مناطق الزراعة المطرية.

التوصية الثامنة

يوصى باتخاذ الإجراءات العاجلة لمكافحة التصحر في الأراضي المروية، وذلك بمنع ومكافحة تشبّع التربة بالماء وتمليح التربة وتحويلها إلى القلوية، وباستصلاح الأراضي المتدهورة، وتحسين نظم الري والصرف، وتطوير طرق الفلاحة وأساليبها بقصد زيادة الإنتاج والمحافظة على معدلاته العالية دائماً، وبتنفيذ مشروعات جديدة للري والصرف حيثما يلزم، مع دوام استخدام منهج متكامل، وكذلك بتحسين الظروف الاجتماعية والاقتصادية لأولئك الذين تعتمد حياتهم على الزراعة المروية.

التوصية التاسعة

تدعو الحاجة إلى استعادة الكساء النباتي والمحافظة عليه وتثبيت التربة وحمايتها في المناطق التي تجرّبت من الغطاء النباتي، وخاصة تلك المناطق التي تعرّضت للتأثير المكثف للإنسان، مثل الأراضي الواقعة حول مراكز العمران وقرباً من مراكز التعدين المكشوفة. ولما كان اجتثاث الغابات أحد الأسباب الرئيسية للتصحر، فإن الجهود نحو إعادة تخضير الأراضي الجرداء تشمل غالباً زراعة نباتات خشبية مستديمة، كما أن إنشاء الأحزمة الواقية وغيرها من مزارع الأشجار يعتبر جزءاً أساسياً من عملية استصلاح المناطق المتدهورة. ويتضمن ذلك الحاجة إلى

تثبيت الرمال المتحركة عن طريق زراعة الأشجار كلما كان ذلك ممكناً، وإيقاف زحف الكثبان الرملية في الأماكن التي يتهدد فيها هذا الزحف استخدام الأرض وطرق المواصلات أو مراكز العمران. وتكون إعادة الغطاء الخضري للأراضي الصحراوية المرتفعة ضرورية للمحافظة على التربة والماء والتحكم في الفيضان. ويتطلب الأمر على النطاق الأوسع إنشاء «أحزمة خضراء» لإعادة الغطاء الخضري، والمحافظة على التربة، والاستخدام المخطط للأرض، وحماية البيئة على طول حواف الصحراء وفي المناطق الحساسة الأخرى.

التوصية العشرة

يوصى بأن تتخذ الحكومات كافة الخطوات اللازمة لتأمين المحافظة على الزئهر (النباتات البرية) والوحيش (الحيوانات البرية) في المناطق المعرضة أو المرجح تعرضها للتصحر.

التوصية الحادية عشرة

يوصى بإنشاء أو دعم الأجهزة الوطنية أو الدولية التي تتولى رصد الظروف المناخية أو الهيدرولوجية، أو ظروف التربة، وكذلك الظروف البيئية للتربة أو الماء أو النباتات أو الحيوانات بطرق مناسبة في المناطق التي تأثرت أو المرجح تأثرها بالتصحر.

4.3.9 - التوصيات المتعلقة بالجوانب الاجتماعية - الاقتصادية

التوصية الثانية عشرة

يوصى بتحليل وتقييم العوامل الاجتماعية والاقتصادية والسياسية التي ترتبط ارتباطاً وثيقاً بالتصحر، وخصوصاً مسألة العلاقات غير المتكافئة ووسائل تحقيق المساواة، ليس على المستوى الدولي فحسب، ولكن على مستوى كل دولة أو إقليم على حدة.

التوصية الثالثة عشرة

يوصى بأن تتبنى الأقطار، حسب رغبتها، سياسات اقتصادية وسكانية من شأنها تدعيم برامج تحسين استخدام الأرض والمحافظة على إنتاجية النظم البيئية الزراعية في الأراضي الجافة، بما في ذلك الحفاظ على القوى العاملة الريفية الكافية، واستقرار البدو، وتوطين المهاجرين من المناطق الريفية وفقاً لما هو مناسب.

التوصية الرابعة عشرة

يوصى بتنفيذ برامج لتزويد الأهالي الذين تأثروا بالتصحر، أو المعرضين له، بالخدمات الصحية الأساسية على مستوى مناسب، بما في ذلك تنظيم الأسرة، حيثما يتطلب الأمر ذلك.

التوصية الخامسة عشرة

يوصى بأن توضع المستوطنات البشرية في المناطق التي تصحّرت، أو المرجح تصحرها، داخل إطار خطة العمل الوطني لاستخدام الأرض التي تعطي الأولوية لحماية الأرض ذات الإمكانات الرعوية أو الزراعية، وذلك عن طريق تجنب إقامة مرافق أو مبان دائمة عليها.

التوصية السادسة عشرة

يوصى بإنشاء أو دعم الأجهزة الوطنية، حسبما يكون مناسباً، لرصد أحوال الإنسان في الدول التي تأثرت أو المرجح تأثرها بالتصحر، ويؤخذ بالحسبان دائماً احتمال الاستغلال السياسي السيء للبيانات المجمعة.

5.3.9 - التوصيات المتعلقة بالتأمين ضد مخاطر الجفاف وأثاره

التوصية السابعة عشرة

يوصى بمراعاة وتنفيذ التوصية الخاصة بمواجهة الخسائر التي يسببها الجفاف والتي أقرها مؤتمر الأمم المتحدة للمياه، ويوصى أيضاً باتخاذ إجراءات وقائية واتباع استراتيجيات وقائية لمكافحة مخاطر وأثار الجفاف بصورة فعالة، ويوصى بوضع مشروعات تأمين على المستوى القومي تتفق والاحتياجات الاجتماعية - الاقتصادية للسكان المحليين والمصالح القومية فيما يتعلق بحماية الموارد وتنوعية البيئة على المدى الطويل.

6.3.9 - التوصيات المتعلقة بتدعيم العلم والتكنولوجيا على المستوى الوطني

التوصية الثامنة عشرة

يوصى باتخاذ التدابير المناسبة الاستخدام وتعزيز القدرات الوطنية في العلم والتكنولوجيا، مع العناية الخاصة بالتخطيط وحسن الإدارة في الانتفاع بالموارد انتفاعاً رشيداً، كجزء من الحملة ضد التصحر، وكذا خلق الظروف المؤاتية لانتقال التكنولوجيا إلى الدول النامية من الدول الأخرى بكفاءة أكبر.

التوصية التاسعة عشرة

يوصى بتنظيم وتطوير الاستخدام التقليدي لمصادر الطاقة ذات الأصل النباتي، وتطبيق التكنولوجيات المتوفرة محلياً أو المستوردة وفي حدود الإمكان لإنتاج الغاز، لأغراض التسخين أو التبريد أو للأغراض الميكانيكية، كما يجب متابعة البحوث الخاصة باستخدام المصادر البديلة أو غير التقليدية في الأراضي الجافة، بحيث تتيح إنتاج أجهزة بسيطة ورخيصة ومفيدة ومقبولة اجتماعياً لتخدم احتياجات سكانها.

التوصية العشرون

يوصى بإعطاء الأولوية للتدريب والإرشاد والإعلام بشأن التصحر في البرامج الوطنية، مع الاهتمام الواجب بالظروف الخاصة للدولة المعنية.

التوصية الواحدة والعشرون

يوصى بإنشاء جهاز وطني منسق لمكافحة التصحر والجفاف حيث لا يوجد مثل هذا الجهاز.

7.3.9 - توصيات متعلقة بإدماج برامج مكافحة التصحر في خطط التنمية الشاملة

التوصية الثانية والعشرون

يتوجب وضع برامج مكافحة التصحر بحيث تكون متوافقة، كلما أمكن، مع الخطوط الرئيسية لخطط التنمية الشاملة على المستوى الوطني.

8.3.9 - توصيات للعمل والتعاون الدوليين

التوصية الثالثة والعشرون

يوصى بأن تطلب الجمعية العامة من أمين عام الأمم المتحدة، ومجالس إدارة برنامج الأمم المتحدة للتنمية وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، ومنظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية، ومؤتمر الأمم المتحدة للتجارة والتنمية، واللجان الاقتصادية الإقليمية للأمم المتحدة، من مجالس إدارة منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة، والمنظمة العالمية للأرصاد الجوية، ومنظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة، ومنظمة الصحة العالمية، والبنك الدولي للتعمير والتنمية وغيرها من أجهزة الأمم المتحدة المعنية، كل في مجاله، مؤازرة العمل الدولي لمكافحة التصحر في إطار خطة العمل الحالية، وأن يدرجوا البنود والمخصصات المناسبة في برامجهم لهذا الغرض.

التوصية الرابعة والعشرون

يوصى بأن تصدّق الجمعية العامة للأمم المتحدة على نشاطات المنظمة العالمية للأرصاد الجوية والمجلس العالمي للاتحادات العلمية والوكالات المهتمة بالأمر في الأمم المتحدة الموجهة لتفهم المشكلات المناخية وإيجاد حلول لها، وأن تحت الحكومات والوكالات الدولية والهيئات الأخرى المهتمة بالأمر على الدعم والمشاركة في تخطيط وتنفيذ البرنامج العالمي للمناخ، المؤتمر العالمي للمناخ والبرنامج العالمي لأبحاث الغلاف الجوي.

التوصية الخامسة والعشرون

- إن إسهام المنظمات الدولية والإقليمية خارج الأمم المتحدة، سواء أكانت منظمات دولية حكومية أو غير حكومية، سوف يكون عاملاً هاماً في نجاح تنفيذ خطة العمل.

يوصى بأن تطلب الجمعية العامة للأمم المتحدة من الأمين العام أن يدعو المنظمات الدولية الحكومية وغير الحكومية المهتمة بمشاكل التصحر واثراً على النمو إلى المساهمة في تنفيذ خطة العمل لمكافحة التصحر بفرض تنسيق نشاطاتها في إطار برنامج عالمي.

التوصية السادسة والعشرون

لتحقيق إدارة حكيمة، ومشاركة عادلة للموارد على أساس من المساواة، والسيادة وسلامة الأراضي، يوصى بأن تتعاون الدول المعنية في الإدارة الحكيمة والسليمة لموارد المياه المشتركة، كوسيلة فعّالة في مكافحة التصحر.

9.3.9 - توصيات للعمل المبني الفوري

- يجب القيام بعدد من الأعمال بمجرد إقرار المؤتمر لخطة العمل لمكافحة التصحر والتصديق عليها بعد ذلك من جانب الجمعية العامة للأمم المتحدة كخطة عمل للأمم المتحدة، ويمكن القيام بهذه الأعمال على المستوى المحلي بواسطة الحكومات المعنية ذاتها، إذا رغبت في ذلك، وعلى المستوى الإقليمي، ينبغي أدائها بواسطة اللجان الإقليمية للأمم المتحدة والمؤسسات الدولية الحكومية المعنية، أما على المستوى الدولي فيقوم بها الجهاز الذي تحدده الجمعية العامة لهذه المهمة.

- قد ترغب الحكومات على المستوى الوطني، في أداء الأعمال الفورية التالية:

١ - إنشاء أو تحديد هيئة حكومية لمكافحة التصحر (انظر التوصية الثانية).

ب - تقييم مشاكل التصحر على المستوى القومي والمحلي أو دون المحلي (انظر التوصية الأولى).

ج - تحديد الأولويات القومية لأعمال مجابهة التصحر.

د - إعداد خطة للعمل القومي ضد التصحر في إطار أهداف خطة عمل الأمم المتحدة لمكافحة التصحر.

هـ - من بين الأولويات المحددة للعمل القومي، يجري اختبار الأعمال التي يمكن النهوض بها:

1 - على المستوى الوطني.

2 - بدعم من المنظمات الإقليمية أو الدولية أو من المصادر الأجنبية الأخرى.

3 - في إطار التعاون الإقليمي أو الدولي.

4 - بالاستعانة بالمعونة الأجنبية.

و - إعداد وتقديم طلبات الدعم الدولي لأنشطة محددة حسب الأولويات وفقاً للحاجة.

ز - تنفيذ هذه الأعمال حسب الخطة الوطنية لمكافحة التصحر.

- وعلى المستوى الإقليمي قد ترغب اللجان الإقليمية للأمم المتحدة وكذلك المنظمات الدولية الحكومية وغير الحكومية المختصة، بالتشاور مع الدول المعنية، في تقديم خطط إقليمية أو مقترحات محددة لتنفيذ خطة العمل لمكافحة التصحر. ويجب التنسيق بين هذه الخطط أو المقترحات على المستوى الدولي حتى يمكن تجنب أي ازدواج للأنشطة. ويمكن أن يشمل ذلك، من بين ما يشمل، أداء الأعمال الفورية التالية على المستوى الإقليمي بعد انتهاء المؤتمر:

1 - الدعوة لحلقات عمل فنية أو ندوات إقليمية تعقب المؤتمر بواسطة اللجان الإقليمية للأمم المتحدة، بالتعاون مع المنظمات الإقليمية والحكومات المعنية. وذلك لمناقشة تنفيذ الخطة على المستوى الإقليمي ولتحديد البرامج الإقليمية بدقة أكثر.

ب - إجراء المشاورات والدراسات فيما بين الأقاليم بالنسبة لاختيار مقر إقامة للمراكز الإقليمية المقترحة في الفقرة 9.3.9 - خامساً - هـ.

ج - تنظيم وتنسيق تنفيذ المشروعات الإقليمية دولية النشاط الموضحة في دراسات الجدوى الخاصة بمستودعات المياه الجوفية الكبرى الإقليمية الهامة في شمال شرق إفريقيا وشبه الجزيرة العربية (الوثيقة 74/24 (A/Conf. 74/24)، الحزام الأخضر في شمال إفريقيا (الوثيقة 74/25 (A/Conf. 74/25)، التنمية عبر الأقطار لموارد الرعي في مناطق السودان/الساحل (الوثيقة 74/26 (A/Conf. 74/26)، الرصد الإقليمي لعمليات التصحر في جنوب غرب آسيا وأمريكا الجنوبية (الوثيقتان A/Conf. 74/27-28)، واستعادة الكساء الخضري في حزام الساحل (الوثيقة A/Conf. 74/27-28).

74/29). ويمكن اتخاذ الخطوات التالية بنجاح أثناء عمليات التنفيذ:

- 1 - الترتيب لتلقي أية موافقات لم تتم بعد للحكومات بشأن جدوى المشروعات.
 - 2 - اتخاذ الترتيبات التنظيمية اللازمة.
 - 3 - إجراء الدراسات السابقة على الاستثمار.
 - 4 - وضع تصميم المشروعات.
 - 5 - موافقة الدول المعنية على المشروعات.
 - 6 - تنفيذ المشروعات.
 - 7 - رصد نتائج المشروعات.
- أما على المستوى الدولي، فيتعين على الجهاز الذي تصدده الجمعية العامة لتنفيذ خطة العمل لمكافحة التصحر أن يتخذ الخطوات القورية التالية:
- أولاً: أن يطلب إلى الوكالات والمنظمات في أسرة الأمم المتحدة أن تساهم بنشاط في تنفيذ تلك الأجزاء المحددة في خطة العمل لمكافحة التصحر التي تتعلق بمجال تخصصها.
- ثانياً: أن يطلب إلى الحكومات المعنية عرض احتياجاتها من الدعم الدولي لما تؤديه من أعمال قومية ضد التصحر، وذلك طبقاً لما هو موضح بالفقرة 9.3.9 - هـ، و.
- ثالثاً: وعند تلقي ردود الوكالات والطلبات المقدمة، يبدأ هذا الجهاز عمليات البرمجة المشتركة اللازمة لتحديد أعمال معينة في المجالات التالية، وذلك تنفيذاً لخطة العمل لمكافحة التصحر:
- 1 - برامج ومشروعات استثمار رأس المال.
 - 2 - مشروعات رائدة وإرشادية.
 - 3 - دراسات الجدوى.
 - 4 - التدريب.
 - 5 - الرصد.
 - 6 - تأمين الشعوب ضد المخاطر.
 - 7 - الخدمات الفنية والاستشارية.. الخ.
 - 8 - البحوث: مراكز، مشروعات، تنسيق.. الخ.
 - 9 - مجموعات العمال الخاصة.
 - 10 - الندوات، حلقات العمل، الاجتماعات وغير ذلك من الترتيبات لتبادل المعلومات والخبرة.

1 - القيام، بالتشاور مع الحكومة المهتمة وعلى أسس خطة العمل والمقترحات المقدمة للاجتماعات الإقليمية التي أعقبت المؤتمر، بتحليل ودراسة الحاجة إلى مراكز إقليمية جديدة متكاملة للبحوث والتدريب لمكافحة التصحر، أو دعم القائم منها، وتوفير المساعدة اللازمة لاتخاذ أي إجراءات مطلوبة.

ب - إقامة شبكات إقليمية من أحمية المحيط الحيوي، وذلك بتنميتها الوطنية التي يتم اختيارها للتوصل إلى شبكة من الأحمية تمثل البيئات والأنواع الوراثية. ويجب تنسيق إدارة الأحمية على المستوى الإقليمي بالتعاون مع المراكز الإقليمية للاستشعار من البعد. ويمكن أن تعمل هذه الأحمية كمحطات أساسية لرصد التصحر ولتدريب الأخصائيين اللزمين.

ج - قيام برنامج الأمم المتحدة لشؤون البيئة، بالتعاون مع الأجهزة المختصة في الأمم المتحدة، بإعداد ونشر وتوزيع كتب إرشادية وتعليمية في الموضوعات المحددة الآتية في مجالات تكنولوجيا وإدارة مكافحة التصحر:

- 1 - مقاومة الانجراف بالماء والرياح.
- 2 - تثبيت واستغلال الرمال المتحركة.
- 3 - أساسيات الزراعة الجافة.
- 4 - أساسيات الزراعة المروية.
- 5 - استصلاح وري الأراضي المحيية والقلوية.
- 6 - استخدام المياه المسوسة (نصف المالحة) في الري.
- 7 - إدارة المراعي والماشية.
- 8 - أساليب تشجير الأراضي الجافة.
- 9 - تقييم الموارد المائية.

د - إعداد ونشر وتوزيع خريطة العالم للتصحر بمقياس 1 على 5000000 بمعرفة منظمة الأغذية والزراعة بالتعاون مع برنامج الأمم المتحدة لشؤون البيئة ومنظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة والمنظمة العالمية للأرصاد، اعتماداً على الخبرة المكتسبة والطرق التي وضعت أثناء عمليات الإعداد للمؤتمر، وبالتعاون الوثيق مع المؤسسات الوطنية والإقليمية المعنية، على أن يلحق بهذه الخريطة دليل ترضيحي شامل على غرار خريطة الأراضي في العالم بمقياس 1 على 5000000 والتي اصدرتها منظمة الأغذية والزراعة واليونسكو.

هـ - أن يعمل برنامج الأمم المتحدة لشؤون البيئة، بالتعاون مع أجهزة الأمم المتحدة المعنية وغيرها من المؤسسات الدولية الحكومية، وغير الحكومية، على إعداد ونشر وتوزيع دليل حديث مزوّد بالشرح عن المنظمات الدولية والإقليمية والوطنية،

والمعاهدة والمراكز البحثية ومحطات التجارب... الخ، التي يختص مجال عملها بمشكلات التصحر وتنمية الأراضي الجافة.

التوصية السابعة والعشرون

يوصى بأن يتولى برنامج الأمم المتحدة لشؤون البيئة ومجلس إدارته ومجلس تنسيق البيئة مسؤولية متابعة وتنسيق تنفيذ خطة العمل لمكافحة التصحر. ويوصى كذلك بأن تتولى اللجان الإقليمية للأمم المتحدة مسؤولية تنسيق وتنشيط وتنفيذ البرامج التي تنفذ داخل الأقاليم والتي أقرتها الدول الأعضاء المعنية. كما يوصى أيضاً بمساهمة اللجان الإقليمية بنشاط في مجلس تنسيق البيئة، وذلك بالنسبة لتنسيق وتنفيذ برامج مكافحة التصحر.

التوصية الثامنة والعشرون

تقع مسؤولية العمل المترتب على خطة العمل، على عاتق جهاز الأمم المتحدة ككل. ويؤثر هذا العمل على مشروعات وبرامج وكالاتها المتخصصة. كما أن التطبيق المستمر للمعرفة الجماعية وخبرة الأمم المتحدة ووكالاتها المتخصصة أمر مطلوب كذلك إذا أردنا تنفيذ خطة العمل بكفاءة خلال الوقت المحدد لذلك. وفي إطار هذا المفهوم، فإن أنشطة هذا العدد المحدود من العاملين يمكن أن تموّل من الاعتمادات الحالية.

بعض المراجع العربية والأجنبية المفيدة في مجال التصحر ومكافحته

المراجع العربية

- دراؤن عمر، 1977 - التكامل بين المراعي والإنتاج الزراعي في الوطن العربي لتحسين المراعي وزيادة الإنتاج الحيواني. الندوة العربية للمراعي والنبوة الحيوانية، الرباط، 21-26 آذار، 1977.
- رحمة أديب، 1982 - الأسس البيئية والتقنية لتثبيت الكتبان الرملية في المناطق الجافة - الدورة التدريبية في مجال الغابات في اللانقلية، المنظمة العربية للتنمية الزراعية، الخرطوم.
- الزغبت معين، 1978 ، - الكتبان الرملية المتحركة (تثبيتها - تشجيرها - استغلالها) منشورات المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة، 142 صفحة، دمشق.
- سنكري نذير، 1981 - بيئات ونباتات مراعي المناطق الجافة وشديدة الجفاف السورية. منشورات جامعة حلب، الطبعة الثالثة صفحة 793.
- المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 1979 - دراسة تطوير المراعي في جنوب المملكة الأردنية الهاشمية.
- نادر، أباد عبد الوهاب 1972 - الأحوال البيئية وحياة الثدييات الكبرى في الطرق. في أعمال الحلقة الدراسية العربية: الإنسان - البيئة - التنمية، الخرطوم، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، ص: 245-268.
- نحال، إبراهيم 1975 - أساسيات علم الحراج. مدير الكتب الجامعية، جامعة حلب، 465 صفحة.
- نحال، إبراهيم 1978 - الأنظمة البيئية وعلاقتها بالإنسان. في كتاب: البيئة والإنسان لمراحل التعليم الجامعي - المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، رقم الصفحة 5
- علي إبراهيم محمود، 1980 - التجربة السورية في تنمية المراعي ودور التعاونيات وصندوق تداول الأعلاف. تقرير زيارة للجمهورية العربية السورية، طرابلس، ليبيا.

المراجع الأجنبية

- Arnold, J.E.M., 1978 - *Wood energy and rural communities*. 8th World Forestry Congress, Djakarta, Indonesia, FRC/3-0.
- Arnoldus H.M.J., 1977 — Prediction des pertes de terre par érosion en nappe et en griffe. in: *Aménagement des bassins versants*, F.A.O., Rome, pp: 121-149.
- Ben Salem B., 1980 — Arid zone forestry. *Unasylva*, vol. 32, no. 128, pp: 16-18, FAO, Rome.
- Ben Salem B.; Nao T.V., 1981 — Production de bois de feu dans les systèmes traditionnels d'agriculture. *Unasylva*, vo. 33, no. 131, pp: 13-18, FAO, Rome.
- Ben Salem B.; Eren T., 1982 - Forestiers des sables. *Unasylva*, Vo. 34, no. 135, pp: 8-12, FAO, Rome.
- Burley J., 1978 — *Selection of species for fuelwood plantations*. 8th World Forestry Congress, Djakarta, Indonesia.
- Burley, J., 1980 — *Obstacles to tree planting for wood fuel in the Arid zone with particular reference to India and Kenya* UNU/CEGET/CRNS Workshop on fuelwood in Rural Communities of the Thirial World, Bordeaux, France, 5-9 May.
- Davidson J.; Lloyd R., 1977 — *Conservation and agriculture*. John Wiley and sons.
- Draz O., 1977 — Role of range management in the Campaign against desertification. *United Nations Conference on Desertification*, Nairobi.
- Draz O., 1969 — The «HEMA» system in range reserves in the Arabian Peninsula, its possibilities in range improvement and conservation projects in the East: FAO/PL, PFC/13.
- Eckholm E.; Brown L.R. 1977; *Spreading Desert — The hand of Man*. Worldwatch paper, 40 p.
- Eckholm E., 1970 — *Loosing Ground, Environmental Stress and World Food Prospects*. W.W. Norton & Cie. New York, 223 p.
- Eren T., 1977 — Approche d'aménagement intégré dans l'établissement d'un projet de développement d'un bassin versant. in: *Aménagement des bassins versants*, FAO, Rome, pp: 11-18.

- FAO, 1976 — Soil conservation for developing countries. Soils Bulletin, 30, 92 p., Rome.
- FAO, 1977. Aménagement des bassins versants. *Cahier FAO: Conservation des sols*, 356 p., Rome.
- FAO, 1979 — Techniques spéciales de conservation. *Cahier FAO: Conservation des sols*, 104 p.
- FAO, 1980 — Techniques hydrologiques de conservation des terres et des eaux en montagnes. *Cahier FAO: Conservation des sols*, 136 p.
- FAO, 1980 — Conservation du sol et des eaux dans la zone côtière d'Afrique du Nord. in: *Techniques hydrologiques de conservation des terres et des eaux en montagne*, FAO, Rome.
- Floret C; 1981 — The effects of protection on steppic vegetation in the Mediterranean arid zone of Southern Tunisia. *Vegetatio*, no. 46, pp: 117-129.
- Floret C.; Le Floch E.; Romane F. — 1981 — Dynamique de systèmes écologiques de la zone aride. *Acta Oecologica/Oecologica applicata*, vol. 2, no. 3, pp: 195-214.
- Ghebbour S.I., Imam M. Mahir Ali, A., El-Abyed M.S., 1977 — Changes in Terrestrial Biota. in *Arid Land Irrigation in Developing Countries, Environmental Problems and Effects*. Edited by E. Barton Worthington. Pergamon Press.
- Goor A.Y.; Barney C.W., 1976 — *Forest tree planting in arid zones*. 2nd ed., John Wiley and son.
- Harcharik D.A.; Kunkle S.M., 1979 — Plantations forestières pour la remise en état des terres dégradées par l'érosion. in: *Techniques spéciales de conservation*, FAO, Rome.
- Greentree D.A., 1981 — Construction of Soil Conservation Earthworks: Broad-Based Graded Bank. *Journal of the Soil Conservation Service of New South Wales*, vol. 37, no. 1, pp: 19-27, Sydney, Australia.
- Harrison D.L., 1968 — The large mammals in Arabia, *Oryx*, 5, pp: 357-363.
- Harrison D.L., 1968 — *The Mammals of Arabia*. vol. 2, Ernest Benn Ltd., London.
- Hart R.T., 1959 — The Mammals of Iraq. *Misc. Publ. Mus. Zool. Univ. Michigan*. 106, pp: 1-113.
- Hindle D.R., 1982 — Flood detention structure. *Journal of soil conservation service of N.S.W.* Vol. 38 no.1, pp: 23-30, Sydney, Australia.
- Hotes F.L., Pearson E.A., 1977. Effects of Irrigation on Water Quality. in *Arid Land Irrigation in Developing Countries, Environmental Problems and Effects*. Edited by E. Barton Worthington. Pergamon Press.
- Kassas M., 1966 — Plant life in deserts. in E.S. Hills ed., *Arid lands, a geographical appraisal*, Methuen and Cie Ltd, London, UNESCO-Paris, 461 p.
- Kassas M., 1975 — Arid and Semi-Arid Lands: *An overview*. In United Nations Environmental Programme, *Overview in the Priority Subject Area: Land, Water and Desertification*.
- Kenneth Hare, F., 1977 — Climate and Desertification. A component Review for the United Nations Conference on Desertification In UNEP. Nairobi.
- Kovács G., 1977 — Change in Hydrological Process. in *Arid Land Irrigation in*

- Developing Countries, Environmental Problems and Effects*. Edited by E. Barton Worthington Pergamon Press.
- Kovda A., 1977 — Arid Land Irrigation and Soil Fertility: Problems of Salinity, Alkalinity, Compaction. in *Arid Land Irrigation in Developing Countries, Environmental Problems and Effects*. Edited by E. Barton Worthington. Pergamon Press.
- Le Houerou H.N., 1980 — Les plantations d'arbres et d'arbustes fourragers: techniques d'implantation et de gestion. *Colloque international sur les fourrages ligneux en Afrique, Addis-Abéba, 08-12 avril, 1980*.
- Le Houerou H.N., 1980 — L'impact de l'homme et de ses animaux sur la forêt méditerranéenne, 1ère partie. *Forêt méditerranéenne, I.II, no. 1, pp: 31-44*
- Le Houerou H.N., 1980 — L'impact de l'homme et de ses animaux sur la forêt méditerranéenne, 2ème partie. *Forêt méditerranéenne, I.II, no. 2, pp: 155-174*.
- Le Houerou H.N., 1978 — The role of shrubs and trees in the management of Natural grazing lands. *8th world Forestry Congress, October 16-28, Jakarta, Indonesia*.
- Le Houerou H.N., 1979. La desertisation des régions arides. In *La Recherche*, no. 99, avril, pp: 335-344
- Lewis, D.J. 1957. Some Mosquitoes of the Blue Nile Valley in the Republic of the Sudan. *Bull. Ent. Res.*, 48: 133-145.
- Lewis D.J. 1966 *Nile Control and its effect of insects of medical importance*. in R.H. Lawe — McConneill (ed), Man-made Lakes. Inst. Biol. Symp., 15, Acad. Press., London.
- Little, E.C.S. 1966. *The invasion of man-made lakes by plants*. in. R.H. Lowe. McConneill (ed) Man-made Lakes. Inst. Biol. Symp. 15, Press, London .
- Long G.; Fay F.; Thiault M., 1964 — Possibilités d'utilisation de la garrigue par le mouton. *Journées CETA*, étude no. 982, 6p, CEPE.
- Long G.; 1979 — Les bases écologiques du développement de l'espace rural méditerranéen. *Le courrier du CNRS*, no. 31, pp: 17-26.
- Mohamed A.M., 1982 — Portrait d'une région sèche. *Unasylya*, vol. 34, no. 135, pp: 2-8, FAO, Rome
- Mendini R., 1976 — Les problèmes de conservation, de gestion, de reconstitution des forêts méditerranéennes: priorités pour la recherche. *Notes techniques du MAB2, UNESCO*, pp: 77-83.
- Nahal I., 1975 — *Principes de conservation du sol*. Masson, Paris, 143 p.
- Nahal I., 1979 — Impact of Irrigation on Environment with Special Reference to the ECWA Region. *International Expert Consultation on Irrigation and Agriculture Development*, Baghdad.
- National Academy of Sciences, 1974 — *More water for Arid Lands. Promising technologies and Research opportunities*. Washington D.C.
- National Academy of sciences, U.S.A., 1980 — *Firewood crops: shrub and tree species for energy production*, Washington D.
- Obeng L., 1977 — Schistosomiasis — The Environmental Approach. in *Arid Land*

- Irrigation in Developing Countries, Environmental Problems and Effects.*
 Edited by E. Washington Pergamon Press.
- Palmberg Ch., 1981 — A vital fuel gene pool is in danger unasylya, vol. 33, no. 133, pp: 22-29
- Quezel P., 1976 — Les forêts du pourtour méditerranéen. *Notes techniques du MAB2*, UNESCO, pp: 9-33.
- Rapp 8 Al., 1976 — Can desert encroachment be stopped? *Ecological Bulletin*, Swed. Nat. Sc. Res. Coun., 24 241p.
- Rapp A., 1974 — *A review of desertization in Africa*: Water, vegetation and man, SIES, Stockholm, 77p
- Reynolds K.C., 1980 — Rehabilitation of Eroded Lands — Liddle Power station *Journal of the soil conservation service of N.S.W* vol. 36, no. 3, pp: 122-128, Sydney, Australia.
- Satterlund D.R., 1972 — *Wildland watershed management*. John Wiley and sons.
- Sheng T.S., 1977 — Clayonnage et fascinage in: *Aménagement des bassins versants*, FAO, Rome, pp. 351-356.
- Sheng T.C., 1979 — L'ensemencement par pulvérisation: procédés, exemples et perspectives à la Jamaïque. in: *Techniques spéciales de conservation*, FAO, Rome.
- Sing Field H.W., 1979 — Emploi des revêtements du sol pour faciliter l'installation de chénopodes ligneux en zone aride. in: *Techniques spéciales de conservation*, FAO, Rome.
- Thompson D.F., 1981 — Wind crosivity indices for western New South wales. *Journal of the Soil Conservation Service of N.S.W.*, Vol 37, no 3, pp: 157-165, Sydney, Australia.
- Tomasselli R., 1976 — La dégradation du maquis méditerranéen. *Notes techniques du MAB2*, UNESCO, pp: 35-76.
- Treffy P.T., 1981 — Use of a Residual Flow Waterway in Strip Cropping system in the Quirindi District. *Journal of the Soil Conservation service of New South Wales*, vol. 37, no. 2, pp: 59-70, Sydney, Australia.
- Wardle Ph.; Palmieri M., 1981 — Quel est le coût réel du bois de feu. *Unasylya*, vol. 33, no. 131, pp: 20-29 FAO Rome.
- Warren A.; Maizels J.K., 1976 — Ecological Change and Desertification. A Component Review for the United Nations Conference on Desertification. UNEP. Nairobi.
- Wischmeier W.H., 1959 A rainfall crosion index for a Universal Soil Loss Equation. *Soil. Sci. Soc. Am. Proc.* vo. 23, pp: 246-249.

نشرات مؤتمر الأمم المتحدة للتصحر

29 آب (أغسطس) - 9 أيلول (سبتمبر) 1977

نيروبي - كينيا

- * مؤتمر الأمم المتحدة المعني بالتصحر - الموجز - خطة العمل والقرارات.
- * عمليات التصحر وأسبابه. A/Conf. 74/1
- * الأنشطة الدولية الحالية لمكافحة التصحر - معلومات أساسية، A/Conf. 74/32
- * تقرير عن مؤتمر الأمم المتحدة عن التصحر، A/Conf. 74/36
- * الحزام الأخضر عبر اقطار شمال افريقيا - وثيقة معلومات أساسية، A/Conf. 74/25
- * بعض أرجه التصحر ونتائجه الاجتماعية والاقتصادية في منطقة اللجنة الاقتصادية لغرب آسيا. تقرير مقدم إلى مؤتمر الأمم المتحدة عن التصحر، 1977، من قبل اللجنة الاقتصادية لغرب آسيا.

- * Technology and Desertification, Background Document, A/Conf. 74/6.
- * Desertification: An Overview. A/Conf. 74/1..
- * Ecological Change and Desertification — Background Document. A/Conf. 74/7.
- * Case Study on Desertification — Greater Mussayeb Project, Iraq, A/Conf. 74/10
- * Population Society and Desertification. Background Document. A/Conf. 74/8.

د

Gully	Ravin	أخدود
Watershed management	Aménagement des bassins versants	إدارة واستغلال مجمعات المياه
Forest management	Amenagement forestier	إدارة واستغلال الغابات
Range Management	Amenagement pastoral	إدارة واستغلال المراعي
Artesian	Artesien	أرتوازي
Land	Terre	أرض
Over exploitation	Surexploitation	استثمار جائر
Land use	Utilisation des terres	استخدام الأراضي
Cultivation	Mise en culture	استزراع
Reclamation soil	Restauration des sols	استصلاح التربة
Silting	Siltation	إطماء
Reforestation	Reforestation	إعادة التحريج
Cyclone	Cyclone	إعصار
Horizon	Horizon	أفق (نطاق)
Eradication	Arrachage	اقتلاع (إستئصال)
		الاستئثار من بعد
Remote sensing	Teledetection	(البُجْس من بعد)
Great plains	Grandes plaines	السهول الكبرى
Land capability	Capacité-agrologique des terres	القدرة الانتاجية للأراضي
Xerophilous	Xerophile	أليف الجفاف
Calciphilous	Calcicole	أليف الكلس

Hydrophilous	Hydrophile	اليق الماء (أليف الرطوبية)
Halophilous	Halophile	اليق الملوحة
Adsorption	Adsorption	إمتزاز
Absorption	Absorption	امتصاص
Production	Production	إنتاج
Productivity	Productivité	إنتاجية
Germination	Germination	إنتاش
Rain erosion	Erosion pluviale	إنجراف مطري (خَتَّ الأمطار)
Soil leaching	Lessivage du sol	انفصال التربة
Climax	Climax	أوج (ذروة)



Hydeoseeding	Ensemencement par pulvérisation	البذر بالرش
Cloud seeding	Ensemencement des nuages	بذر الغيوم (تلقيع السحب)
Soil structure	Structure du sol	بنية التربة
Fallow	Jachere	برد (أرض حائل)
Environment	Environnement	بيئة (وسط محيط)

«ت»

Evaporation	Evaporation	تبخر
Evapo-transpiration	Evapo transpiration	تبخر كلي (نتح تبخري)
Evapo-transpiration potentiell	Evapo-transpiration potentielle	تبخر كلي كامن
Stabilization of ravin	Stabilisation des revins	تثبيت الأخاديد
Fixation dune	Fixation des dunes	تثبيت الكثبان الرملية
Biological fixation	Fixation biologique	تثبيت حيوي
Mechanical fixation	Fixation mecanique	تثبيت ميكانيكي
Regeneration forest	Regeneration des forets	تجدد الغابات
Weathering	Alteration	(تآكل) تجوية
*Water desalination	Desalination de l'eau	نطية المياه (إزالة الملوحة)
Erosion	Erosion	تحات (إنجراف)
Afforestation	Afforestation	تخريج (تشجير حراجي)

Solid flux	Debits solides	فقاات صلبة
Degradation	Degradation	هود (ردم)
Sub-soil	Sous-sol	بة تحتية
Heavy soil	Sol lourd	بة ثقيلة
Sandy soil	Sol sableux	بة رملية
Calcareous soil	Sol calcaire	بة لكسية (جيرية)
Saline soil	Sol salin	بة ملحية
Eroded soil	Sol erodé	بة منجرفة
Edaphic	Edaphique	بي
Precipitation	Precipitation	سبيب، هطول
Water Infiltration	Infiltration de l'eau	رب الماء (رشح الماء)
Land leveling	Nivellement des terres	عوية الاراضي
Desertification	Desertification	سهر
Multicropping	Polyculture	دد المحاصيل
Exposure	Exposition	رض
Dispersion	Dispersion	رق
Regression	Regression	هقر
Adaptation	Adaptation	يف
Salinization	Salinisation	لمع
Transhumance	Transhumance	قل البدو
Ecodevelopment	Eco-developpement	عية بيئية
Hybridising	Hybridisation	يجين

«ث»

Furrow	Sillon	م
--------	--------	---

«ج»

Gypsum	Gypse	بس
Ridge	Billon	ذر
Aridity	Aridite	فاف (قحولة)
Shrub	Arbuste	نية
Genus	Genae	نس

«ح»

Windbreak	Abrivent	اجز الريح
-----------	----------	-----------

Cereals	Cereales	حبوب
Sandstone	Grés	حجر رملي
Subsoiling	Sous-solage	حراثة عميقة
Forest fire	Incendie de forêt	حريق الغابة
Green belt	Ceinture verte	حزام أخضر (منطقة اللاصقيع)
Band palisades	Palissades en bandes	حواجز شرائطية
Stop - palisades	Palissades d'arrêt	حواجز الايقاف
Plan palisades	Palissades vegetales	حواجز نباتية
Poplar	Peuplier	هود
Hydrographic basin	Bassin hydrographique	حوض مائي
Wild life	Vie sauvage	حياة برية

«خ»

Capillarity	Capillarite	خاصية شعرية
Karoub	Caroubier	خرنوب
Firewood	Bols de feu	خشب الوقود (حطب)
Fertility	Fertilité	خصوبة
Isohyet	Isohyete	خط تساوي الامطار
Contour lines	Courbes de niveau	خطوط التسوية (كثافية)

«د»

Humus	Humus	دبال
Crop rotation	Rotation des cultures	دورة زراعية

«ر»

Filling up	Remblai	ردمية
Humid	Humid	رطب
Soil moisture	Humidité du sol	رطوبة التربة
Equivalent humidity	Humidité equivalente	رطوبة مكافئة
Grazing	Paturage	رعي
Overgrazing	Surpaturage	رعي جائر
Compost	Composte	روث اصطناعي (خليط تسميد)

Irrigation	Irrigation	ي
Sprinkler irrigation	Irrigation par aspersion	ي بالرش
Drip irrigation,	Irrigation par goutte	ي بالنقطة
trickle irrigation		

«ز»

Arboriculture	Arboriculture	رعاة الاشجار المثمرة (بستنة)
Mulch farming	Culture avec paillage	رعاة التجليل (زراعة مهادية)
Dry farming	Culture séché	رعاة جافة
Cropping strip	Culture en bandes alternantes	رعاة شرائطية (مقلّمة)
Specialized agriculture	Agriculture spécialisée	رعاة متخصصة
Irrigated agriculture	Agriculture irriguée	رعاة مروية
Rainfed agriculture	Agriculture pluviale	رعاة مطرية (بعلية)
Intensive agriculture	Agriculture intensive	رعاة مكثفة
Extensive agriculture	Agriculture extensive	رعاة واسعة (انتشارية)
Monoculture	Monoculture	زراعة وحيدة المحصول

«س»

Shelterbelt	Rideau-Abri	ستار واق (حزام واق)
		(الحزام الاخضر)
Abrasion	Abrasion	سَحْج
Dam	Barrage	سدّ
Earth dam	Barrage en terre	سدّ ترابي
Water holding capacity	Capacité de retention pour l'eau	سعة الاحتفاظ بالماء
Capacity field	Capacité au champ	سعة حقليّة
Silt	Limon	سِلْت (طمي)
Food chain	Chaine alimentaire	سلسلة غذائية
Manure	Fumier	سماد (زبل) بلدي
Fertilizer	Engrais	سماد (مخصّب)
Steppe	Steppe	سَهْب

«ص»

Desert	Desert	صحراء
--------	--------	-------

Parent material	Roche-mère	صخرة أم (مادة الأصل)
Limestone	Roche calcaire	صخر كلسي (حجر جيرى)
Drainage	Drainage	صرف

«ط»

Algae	Algue	طحالب
-------	-------	-------

«ع»

Herbivore	Herbivore	عاشب (أكل العشب)
Limiting factor	Facteur limitant	عامل محدد
Forsest association	Association forestière	عشيرة حراجية
Forage	Fourrage	علف
Ecology	Ecologie	علم البيئة
Synecology	Synecologie	علم البيئة الجماعية
Autoecology	Autoecologie	علم البيئة الذاتية
Phylosociology	Phylosociologie	علم الاجتماع النباتي
Meteorology	Meteorologie	علم الأرصاد الجوية
Bioclimatology	Bioclimatologie	علم المناخ الحيوي

«غ»

Forest	Foret	غابة
Mixed forest	Foret melangee	غابة مختلطة
Forest protection	Foret de protection	غابة وقائية
Water-logging	Imperméabilisation	غدي (متنقل بالماء)
Planting	Plantation	غرس
Colloides	Colloides	غروانيات
Clay	Argile	غضار (طين)
Argillaceous	Argileux	غضاري (طيني)
Inundation	Inondation	غمر (إغراق)
Maquis	Maquis	غيل (دشيلات)

«ف»

Lucerne	Luzerne	فصة (فصفصة)
---------	---------	-------------

Dry season	Saison seche	فصل جاف
Family	Famille	قضية
Perhumid	Perhumide	فوق رطب (مفرط الرطوبة)

«ق»

Erodibility	Erodibilité	قابلية الانجراف
Arid	Aride	قاحل (جاف)
Carrying capacity	Capacite de charge	قدرة التحميل (حمولة)
Crust	Croute	قشرة
Lime crust	Croute calcaire	قشرة كلسية
Felling	Coupe	قطع
Alkaline (soil)	Alcaline (sol)	قلوية (تربة)
Inundation canal	Canal d'inondation	قناة غمر
Soil texture	Texture du sol	قوام التربة

«ك»

Biomass	Biomasse	كتلة - حيوية
Biomass aerienne	Biomasse aerienne	كتلة - حيوية هوائية
Dunes	Dunes	كثبان رملية (كُثيب)
Laying bare the root	Dechaussement	كشف الجذور
Detritus limestone	Calcaire detritus	كلس حطامي (حُتاتي)

«م»

Available water	Eau disponible	ماء متوفر
Organic matter	Matiere organique	مادة عضوية
Decomposer	Decompositeur	مادة مفككة
Brackish	Saumatre	مالح (زُعاق)
Herbicide	Herbicide	مبيد أعشاب
Insecticide	Insecticide	مبيد حشرات
Compact	Compact	متراس
Plant community	Communauté végétale	مجتمع نباتي
Cover crop	Culture de couverture	محصول تغطية

Outlets	Exutoires	مخارج مائية
Conifers	Conifères	مخروطيات (مخروطيات)
Pelouse	Prairie	مرج
Range	Paturage	مرعى (مدى)
Natural range	Paturage naturel	مرعى طبيعي
Marl	Marl	مزل
Porosity	porosité	مسامية
Perennial	Perenne	مستديم (معمد)
Consumer	Consommateur	مستهلك
Waterfall	Chute d'eau	مسقط مائي (شلال)
Habitat	Habitat	مسكن (منبت)
Nursery	Pépinière	مشتل زراعي
Terrace	Terrasse	مصطبة (شرفة)
Alluvial terrace	Terrasse alluviale	مصطبة طميية
Absorption terraces	Terrasse d'absorption	مصاطب امتصاصية
Bench terraces	Terrasse banquette	مصاطب سفجية
Graded terraces	Terrasse de canalisation	مصاطب متدرجة
Butyl rubber	Caoutchouc butylique	مطاط بوتيلي
Rhombic	Losoneique	معيّني
Soil profile	Profil du sol	مقطع التربة
Mechanization	Mécanisation	مكننة
Salinity	Salinité	ملوحة
Climate	Climat	مناخ
Bioclimatic	Bioclimatique	مناخي حيوي
Mediterranean climate	Climat méditerranéen	مناخ متوسطي
Tropical climate	Climat tropical	مناخ مداري
Microclimate	Microclimat	مناخ موقعي (مناخ محلي)
Forest vegetation	Végétation forestière	منبت حراجي
National park	Parc national	منتزه عام
Coppice	Taillis	منسقة (خيس)
Mulch	Pailles	مهاد
Natural resources	Ressources naturelles	موارد طبيعية
Fossile water	Eau fossile	مياه قديمة (مياه أحفورية)

«ن»

Conductivity electrical	Conductivite electrique	ناقلية كهربائية
Annual plant	Plante annuelle	نبات حولي
Hydrophyte	Hydrophyte	منببات مائي (نبات اليف الرطوية)
Halophyte	Halophyte	نبات ملحي
Vegetation	Vegetation	نبت
Xerophyte	Xerophyte	نبات جفائي
Transpiration	Transpiration	نتح، تعرق
Ecosystem	Ecosystème	نظام بيئي
Pastoral system	Système pastoral	نظام رعوي
Cropping system	Système de culture	نظام زراعي
Permeability	Permeabilité	نفوذية
Withering point	Point de flétrissement	نقطة الذبول
Ecotype	Ecotype	نمط بيئي (طراز بيئي)
Herbaceous species	Espec herbacee	نوع عشبي

«ه»

Precipitation	Precipitation	ترسيب، امطار
Exchangeable cations	Cations échangeables	هوابط قابلة للتبادل

«لا»

Carnivore	Carnivore	لاحم (اكل اللحم)
-----------	-----------	------------------

في هذا الكتاب

- مساحات التصحر في الجمهورية العربية السورية والجمهورية العربية الليبية الشعبية الاشتراكية، والملحة الأردنية الهاشمية، وتونس، والعراق، ودولة الإمارات العربية والجزائر.
- لمخاطر التصحر ابعاد اجتماعية واقتصادية وثقافية، وهي بالذات ذات ابعاد حضارية وامنية بالنسبة للوطن العربي.
- يقع القسم الاكبر من البلاد العربية في المناطق الجافة التي تعرضت منذ القديم لاستغلال جائر أدى الى التصحر في معظم المناطق.
- تعادل الصحاري واشباه الصحاري ثلث وجه البسيطة ويصل المهدد فيها بالتصحر الى 50% من الارض تقريباً.
- يدعو السكان المتسارع في البلاد العربية لا يقايله استخدام مقوّنات في الموارد الطبيعية فادى ذلك الى انجراف التربة وضياح المياه، مع العلم ان المياه والأتربة هي من اهم عوامل النمو الاجتماعي والاقتصادي في المنطقة.

المؤلف

- د. ابراهيم نحاس من مواليد اللاذقية - سوريا سنة 1933.
- تلقى علومه الجامعية في فرنسا.
- فحصل سنة 1964 على دبلوم في الهندسة الزراعية، وسنة 1966 على دبلوم في الهندسة المدنية في المياه والجراج.
- في هولندا حصل على دكتوراه دولة في العلوم عام 1962 في علم البيئة للمناطق الجافة.
- ترأس اعمال وظيفية عدة منها رئيس دائرة الابحاث الحراجية في وزارة الزراعة - ويستنيار - رئيس لدى برنامج الأمم المتحدة لتبني شؤون البيئة والتخضير، وكل جامعة حلب للشؤون العلمية.
- يعمل عضواً في أكاديمية العلوم الزراعية في باريس، والأكاديمية الدولية في لوزان، والبنية الدولية لمعائنات حوض المتوسط في جنيف.
- له عدة طلة الزراعة في جامعة

من 25 مؤتمراً
العلمية، سبعة
العلوم الحراجية
العامة، وثلاثة كتب
بالفرنسية عن بيئة وصيانة التربة.
له اكثر من تسعين نشرة علمية، وشارك
في ثلاثة معاجم

الثنى 7 دولارات